

ESCOLA NAVAL
DEPARTAMENTO DE FUZILEIROS



Modelação Comportamental de Agentes Inteligentes

Hugo Alexandre Reis Faria

MESTRADO EM CIÊNCIAS MILITARES NAVAIS

(RAMO DE FUZILEIROS)

2013

Página em branco

ESCOLA NAVAL

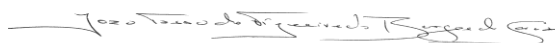
DEPARTAMENTO DE FUZILEIROS

TESE DE MESTRADO EM CIÊNCIAS MILITARES NAVAIS

Modelação Comportamental de Agentes Inteligentes

O Mestrando,

O Orientador,



ASPOF FZ Hugo Reis Faria

Engenheiro João Borges de Sousa

Epígrafe

“Como nunca podemos conhecer todos os elementos de uma questão, nunca a podemos resolver.

Para atingir a verdade faltam-nos dados que bastem, e processos intelectuais que esgotem a interpretação desses dados.”

Fernando Pessoa

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer Engenheiro. João Tasso de Figueiredo Borges de Sousa da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto pelo apoio e orientação dados na elaboração desta dissertação de mestrado.

Agradeço igualmente ao CMG Maia Martins, pelo trabalho desenvolvido no âmbito do projecto SAFE-PORT que facilitou o enquadramento do presente estudo nas necessidades da Marinha.

Um agradecimento especial ao Batalhão de Fuzileiros nº2, que apesar de não directamente envolvido na execução do presente trabalho, me disponibilizou todo o tempo necessário à execução do mesmo.

À minha namorada Laura. Por todos os momentos de apoio, de euforia, de desespero, de trabalho e de esperança que vivemos no último ano e sem os quais não teria realizado este trabalho.

Last but not least, aos meus pais, que foram incansáveis no seu apoio incondicional, sem o qual não teria sido possível a conclusão de 5 anos de curso, e a elaboração da presente dissertação como o término de um importante ciclo da minha vida.

Dedicatória

À minha família, que me fez acreditar no valor do trabalho...

Resumo

Os estudos mais recentes identificam as áreas portuárias como um alvo provável de atividade terrorista, não só devido à importância que representam para o comércio mundial mas pela dificuldade em monitorizar e responder em tempo útil a qualquer ameaça com origem na superfície aquática. O grupo de trabalho DAT-POW, da NATO, através do seu projeto SAFE-PORT tem como objetivo a criação de um simulador que auxilie na implementação de dispositivos de defesa portuária. Neste sentido, pretende-se reduzir a susceptibilidade das infraestruturas portuárias em sofrerem um ataque terrorista que afecte o normal funcionamento da mesma.

Assim, o projecto SAFE-PORT compreende um módulo de ameaças, na qual esta dissertação se insere, cujo propósito é simular o comportamento de agentes terroristas durante o seu ataque à infraestrutura portuária. Da análise da reacção do dispositivo defensivo, perante esta ameaça, é esperada a capacidade de identificar lacunas no mesmo, potenciando a redução da taxa de sucesso dos ataques subsequentes através de uma optimização do sistema de defesa existente.

O módulo de ameaças é constituído por diferentes agentes, responsáveis por executarem ataques de superfície e sub-superfície.

O presente trabalho comporta a criação de um modelo comportamental de agentes inteligentes, responsáveis por ataques de sub-superfície. Face à inexistência de incidentes em que tenham sido identificados este tipo de agentes, a criação dos modelos supramencionados depende de um conhecimento da dinâmica própria de acções de mergulho, assim como de técnicas de reprodução desse comportamento num ambiente computacional. Deste modo, a modelação comportamental destes agentes apresenta: uma análise morfológica do terrorista, por forma a facilitar o estabelecimento de pressupostos necessários à elaboração dos perfis; uma proposta de perfil de ataque criado a partir do modelo de máquinas de estado híbridas; o planeamento de um exercício real de obtenção de dados, que permita a optimização dos perfis de ataque propostos.

Palavras-chave: Agentes inteligentes, comportamento, exercício real, máquinas de estado, modelação, perfis de ataque.

Abstract

Recent studies identify the port areas as a likely target of terrorist activity, not only because of the importance they pose to the world trade but also because of the difficulty to monitor and respond in timely fashion to any threat originating from water surface. The workgroup DAT-POW through the project SAFE-PORT aims to create a simulator to assist in the implementation of harbour defence systems. In this sense, the intention is to reduce the susceptibility of port infrastructure in suffering a terrorist attack that affects the normal functioning of the same.

The project SAFE-PORT comprises a threats module whose purpose is to simulate the behaviour of agents during the terrorist attack on its infrastructure. The analysis of how the system reacts to threats, is expected contribute to identify gaps on it, empowering the reduction of the success rate of subsequent attacks by optimizing the existing defence system.

The threat module is constituted by different agents responsible for executing surface and sub-surface attacks.

This work involves the creation of a behavioural model of intelligent agents, responsible for sub-surface attacks. In the absence of incidents on which have been identified such agents, the creation of the models mentioned above depends on a knowledge of the dynamics of diving actions as well as techniques of reproducing this behaviour in a computer environment. Therefore, the behaviour modelling of these agents presents: A morphological analysis of the terrorist in order to facilitate the establishment of assumptions necessary for the preparation of the profiles; a proposed attack profile created from the hybrid state machine model; the planning a real data collection exercise, enabling the optimization of the proposed attack profiles.

Keywords: Agents, behaviour, real data collection exercise, state machines, modelling, attack profile.

Lista de Acrónimos

1TEN	Primeiro-tenente
ATP	<i>Allied Tactical Publication</i>
BLDU	<i>Basic Logic Decision Unit</i>
CGA	Coordenador do Grupo de Ataque
CMG	Capitão de Mar-e-Guerra
CTEN	Capitão-Tenente
DAT-POW	<i>Defence Against Terrorism – Programme Of Work</i>
HASC	<i>House of Armed Services Committee Staff</i>
IED	<i>Improvised Explosive Device</i>
MANPAD	<i>Man Portable Air Defence system</i>
METOC	Meteorológico e Oceanográfico
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
NBQ	Nuclear Biológico e Químico
NURC	<i>NATO Undersea Research Centre</i>
ODT	Oficial Diretor de Teste
RPG	<i>Rocket Propelled Grenade</i>
SCUBA	<i>Self-Contained Underwater Breathing Apparatus</i>

Lista de Figuras

- Fig. 1 Máquina de estados finitos
- Fig. 2 Autómato híbrido
- Fig. 3 Estruturação do Projecto SAFE-PORT
- Fig. 4 Arquitetura de sistema híbrido
- Fig. 5 Playbook com disposição de uma jogada
- Fig. 6 Veículo descrevendo círculo enquanto equilibra o pêndulo
- Fig. 7 Abordagem conceptual
- Fig. 8 Ligações estruturais dos perfis comportamentais
- Fig. 9 Bloco “aproximação” e ligações respectivas
- Fig. 10 Bloco "Reacção" e ligações respectivas
- Fig. 11 Bloco " Plano" e ligações respectivas
- Fig. 12 Condições Iniciais da simulação
- Fig. 13 1ª Observação da simulação, Bloco “Aproximação”
- Fig. 14 2ª Observação e início do Bloco “Reação”
- Fig. 15 3ª observação e início do Bloco " Plano"
- Fig. 16 4ª observação e alteração de comportamento
- Fig. 17 Última observação e início do ataque
- Fig. 18 Processo de inferência estatística

Lista de Tabelas

Tabela 1 Tabela de transição de estados

Tabela 2 Resultados do teste de comparação

Tabela 3 Análise Morfológica do Terrorista

Tabela 4 Escolha do perfil terrorista padrão

Tabela 5 Lista de variáveis

Tabela 6 Limites das variáveis

Tabela 7 Tabela de transição de estados dos perfis propostos

Tabela 8 Objectivos de teste

Tabela 9 Objectivos de teste

Glossário de Termos

Missão

Faculdade que se atribui a alguém em desempenhar uma tarefa específica. No meio militar obedecem normalmente a um conjunto de características entre as quais: limite temporal para o seu cumprimento; propósito (ou estado final desejado) que, consoante a sua importância, pode justificar sacrifícios elevados.

Doutrina

Conjunto de princípios que regem uma determinada área de conhecimento. No meio militar constituem o conhecimento acumulado na resolução de problemas de natureza tática, organizacional e de procedimentos.

Ameaça Assimétrica

Ameaça assimétrica pode ser definida como entidade governamental ou não-governamental empreendedora de ações com o objetivo de circundar ou anular os pontos fortes do adversário e capitalizar as fraquezas existentes através de uma abordagem a diferentes valores, estratégias, organizações e capacidades. Tais ações são capazes de, intencionalmente ou não, alcançar efeitos desproporcionados, ganhando assim o instigador uma vantagem não atingível através de meios convencionais. O impacto pode ou não ser catastrófico contra o alvo imediato. O impacto mais amplo e verdadeiro pode ser sobre a opinião pública, a política dos aliados ou a eficácia militar.¹

Battle Drills

Um *battle drill* é um exercício militar onde se simulam eventos que ocorrem frequentemente durante missões reais. O objetivo de um *battle drill* é de garantir a uniformização de procedimentos por parte de todos os elementos da força aquando da ocorrência do evento treinado. A utilização destes *drills* diminui a necessidade transmissão de ordens por parte do escalão de comando da força em operação, aumentando a rapidez de reacção perante o acontecimento.

¹ Retirado de ATP-74 – *Allied Maritime Force Protection Against Asymmetric Threats in Harbour and Anchorage*, 2008.

Índice

Epígrafe	iv
Agradecimentos	v
Dedicatória.....	vi
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Lista de Acrónimos.....	viii
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Glossário de Termos.....	xiv
1 Capítulo 1: Introdução.....	18
1.1 Enquadramento do Tema.....	18
1.2 Objectivos	19
1.2.1 Objectivos do Projecto SAFEPORT	20
1.2.2 Objectivos da Dissertação	20
1.3 Opções Metodológicas.....	22
1.4 Organização da Dissertação	23
2 Capítulo 2: Enquadramento Teórico.....	26
2.1 Introdução	26
2.2 Máquinas de Estado	26
2.3 Máquinas de Estado Híbridas	29
3 Capítulo 3: Definição do Problema.....	32
3.1 Metodologia de trabalho do DAT-POW	32
3.2 Descrição funcional do projecto “SAFE-PORT”	34
3.3 Estruturação do problema	35
3.3.1 Variáveis de decisão.....	36
3.3.2 Variáveis de ambiente	36
3.4 Objectivos do trabalho de investigação	37
4 Capítulo 4: Trabalho Relacionado.....	40
4.1 Introdução	40
4.2 Modelação recorrendo a Máquinas de Estado	40
4.3 Modelação de Comportamentos	43

4.4	Trabalhos NATO	46
4.5	Playbooks	47
5	Capítulo 5: Abordagem ao Objecto de Investigação	52
5.1	Análise morfológica do terrorista	52
5.1.1	Introdução	52
5.1.2	Definição das dimensões e valores dos perfis terroristas	52
5.1.3	Escolha do perfil terrorista padrão	56
5.2	Formalismo da modelação	58
5.2.1	Pressupostos.....	58
5.2.2	Abordagem Conceptual	60
5.2.3	Divisão dos perfis	61
5.2.4	Interface com o utilizador.....	62
5.3	Elaboração de Modelos Comportamentais.....	63
5.3.1	Delimitação dos padrões de operação.....	64
5.3.2	Perfis comportamentais	66
5.4	Simulação	70
6	Capítulo 6: Exercício Real.....	78
6.1	Planeamento.....	78
6.1.1	Propósito	78
6.1.2	Cenário e Ameaças	79
6.1.3	Objectivos do Teste.....	79
6.1.4	Instruções de Coordenação.....	81
6.2	Tratamento de dados	84
6.3	Resultados esperados	86
7	Capítulo 7: Conclusões	90
7.1	Revisão do trabalho realizado	90
7.2	Trabalho futuro.....	92
	Referências Bibliográficas.....	94

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento do Tema

1.2 Objectivos

1.2.1 Objectivos do Projecto SAFE-PORT

1.2.2 Objectivos da Dissertação

1.3 Opções Metodológicas

1.4 Organização da Dissertação

1 Capítulo 1: Introdução

1.1 Enquadramento do Tema

Na sociedade contemporânea, as grandes taxas de consumo *per capita*, de produtos variados, desde alimentação e lazer, aos combustíveis para viaturas e produção de energia eléctrica, transformou os oceanos em autênticas artérias globais, das quais dependem os países que a elas têm acesso. Em grande parte devido à capacidade de transporte dos actuais navios petroleiros e porta-contentores.²

A manutenção de uma força militar num país estrangeiro (obedecendo à mesma tendência de consumo), é tanto mais facilitada quanto maior for a capacidade de fazer chegar o equipamento ou bem necessário, no local exacto e no momento oportuno, para que esta força mantenha os seus padrões de actividade. Esta manutenção está pois facilitada se existir acesso a uma plataforma portuária, capaz de receber um volume de tráfego muito superior a uma ponte aérea com um custo mais reduzido por unidade de carga³.

A actual conjuntura económica internacional⁴, e a necessidade de implementar processos cada vez mais eficientes e, por vezes, menos eficientes mas mais baratos, criou uma necessidade latente de garantir a optimização dos sistemas económicos e militares. Num sistema tão complexo como a sustentação logística de uma força NATO num qualquer teatro de operações, torna-se vital garantir que a porta de entrada da grande maioria dos apoios às forças no terreno permaneça aberta ou, no mínimo, se garanta que com os meios disponíveis se optimizou o dispositivo presente na área portuária.

A escala que tais áreas podem atingir, o variado número de ameaças possível e a quantidade de sistemas de detecção no mercado, impossibilita uma optimização eficaz

² SILVA, Priscila, *Transporte marítimo de petróleo e derivados na costa Brasileira: Estrutura e implicações ambientais*, Dissertação de Mestrado em Planeamento Energético da Universidade de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

³ SILVA, Ana, SILVA, Nilza, PIRES, Valéria, *Custo dos transportes*, Universidade de Estácio Sá.

⁴ INSTITUTO NACIONAL DE ESTATISTICA, *Síntese Económica de Conjuntura – Dezembro 2012, Janeiro 2013*

do dispositivo de protecção se não forem consideradas as normas de segurança vigentes, principalmente aquelas que directa ou indirectamente actuam de forma simbiótica, por forma a aumentarem a eficácia do sistema de protecção como um todo.

O Projecto SAFE-PORT nasce com base na necessidade de otimizar os recursos financeiros cada vez mais escassos, na protecção de áreas portuárias consideradas vitais, contra ameaça assimétrica, ou seja, fora do âmbito dos conflitos armados convencionais.

5

A integração de um conjunto de factores tão distintos como a eficiência de uma unidade militar, a dinâmica ambiental e operacional de uma área portuária e o modo de operação de terroristas (ou ameaça assimétrica) gera um problema complexo. Desde logo a dificuldade de implementação de medidas defensivas que não influenciem a capacidade operacional da área defendida nem a eficiência da unidade militar empenhada. Passando também pela caracterização e modelação de um tipo de ameaça cujo grande trunfo é precisamente a indefinição do seu *modus operandi* e a facilidade em mascarar a sua identidade no meio da população local.

1.2 Objectivos

A proposta portuguesa como resposta às necessidades exigidas pelo projecto SAFE-PORT compreende a criação de um simulador de defesa portuária. Esta proposta assenta numa estrutura compartimentada de desenvolvimento do simulador. As várias entidades promotoras do mesmo desenvolvem de forma integrada diferentes valências necessárias ao correcto funcionamento deste inovador sistema de apoio à decisão.

Assim, e conforme a proposta supracitada, o desenvolvimento deste projecto assenta em três pilares fundamentais sendo estes:

- Criação de modelos e cenários
- Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão
- Simulação

⁵ MARINHA PORTUGUESA, *SAFE-PORT Harbour Protection Decision Support System : Proposal*, Setembro 2010

1.2.1 Objectivos do Projecto SAFEPORT

A essência do projecto SAFE-PORT centra-se no problema de seleccionar o melhor dispositivo de vigilância portuária capaz de ser projectado por uma força NATO, em cenários múltiplos e com índoles diversas. Este dispositivo, à semelhança de uma força-tarefa da NATO, pode ser constituído por um leque de capacidades muito diversificado, tanto ao nível dos sensores e equipamentos disponíveis, como das estruturas de apoio presentes ou aos parâmetros de actividade dos utilizadores; experiência, formação e fadiga.

O objectivo principal é a optimização das capacidades disponíveis por forma a maximizar o número de ameaças detectadas, ou seja, reduzir o risco que uma qualquer área crítica apresenta, com todas as suas restrições e limitações, perante uma ameaça conhecida.

A optimização destas capacidades levanta uma série de questões derivadas, como o cálculo dos custos de actividade dessas mesmas capacidades, e o impacto que teria no processo de tomada de decisão. Como vem sendo regra na maioria das sociedades ocidentais, e principalmente nos países da NATO, o emagrecimento dos orçamentos dos sistemas de defesa condicionam a capacidade de resposta de todos os subsistemas anexos a estes. Assim sendo, e como objectivo secundário do projecto SAFE-PORT, reside a capacidade de calcular os custos de operação do sistema de vigilância que o próprio simulador cria e, os condicionalismos ao nível da eficiência, que uma redução ou aumento de verba implicaria.

Avaliando os objectivos supracitados, pode ser inferido que este projecto, não tendo o objectivo primário de analisar os factores críticos da defesa portuária, fornece uma ferramenta adequada para a compreensão deste ambiente e poderá ser um motor de arranque à criação de novas medidas de segurança com vista à protecção de áreas portuárias de especial interesse.

1.2.2 Objectivos da Dissertação

Após uma decomposição deste projecto, e seguindo a intenção de articular o desenvolvimento do mesmo entre várias organizações, foi avaliado como sendo de extrema importância a inclusão da Marinha Portuguesa através da Escola Naval Portuguesa no grupo de trabalho responsável pela criação do simulador. Esta inclusão fomenta a cooperação civil-militar, mote de uma Marinha moderna e de duplo-uso,

garantindo um contributo credível e de elevado *know-how* referente à dinâmica portuária, logística portuária, tráfego marítimo e guerra assimétrica.

Esta dissertação de mestrado, parte da formação dos oficiais da Escola Naval Portuguesa, tem como finalidade a criação de perfis ataque de agentes inteligentes, que integram o módulo de ameaças do projecto SAFE-PORT. Estes perfis de ataque devem ser possuidores da correcta estruturação do processo de tomada de decisão em ataques com mergulhadores, garantindo um correcto desempenho em ambientes diversos mantendo no entanto a permissividade característica de um mergulhador não militar.

A simulação e validação dos perfis criados constitui parte vital de todo processo e têm, obrigatoriamente, de ser testados no terreno, sob pena de não se otimizar tanto quanto necessário os parâmetros do sistema, para que uma simulação fiável seja produzida. Nestes testes, efetuados com o propósito de recolha de dados e identificação de lacunas no perfil dos mergulhadores, assim como de optimização de valores referência, é importante efectuar um planeamento que auxilie o controlador a manter o acompanhamento efectivo do mergulhador de teste.

Esta dissertação tem como segundo objectivo, a elaboração de algumas regras facilitadoras do planeamento, disposição e controlo dos mergulhadores de teste durante exercícios de obtenção de dados, isto é, a disposição de normas para construção e utilização de um *playbook*⁶ para esta classe muito específica de testes.

⁶ Um *playbook* é um documento onde se enumeram um conjunto de movimentos pré-definidos utilizados recorrentemente no meio onde se inserem. Normalmente utilizados em desportos colectivos como forma de explicar a função de cada elemento na equipa.

1.3 Opções Metodológicas

Nesta investigação é utilizada uma abordagem qualitativa, de carácter indutivo, tendo como base uma estratégia de análise documental.

Os estudos de carácter qualitativo diferem entre si quanto ao método, à forma e aos objectivos. Godoy (1995) ressalta a diversidade existente em trabalhos qualitativo e enumera algumas características que auxiliam a diferenciar os trabalhos qualitativos dos restantes, são essas:

- O ambiente natural como fonte direta de dados e o investigador como instrumento fundamental;
- O carácter descritivo do trabalho;
- Foco indutivo da investigação;

Os trabalhos de investigação qualitativa assumem normalmente uma pesquisa no local de origem dos próprios dados; não impedem portanto a análise segundo a lógica do empirismo científico (para fenómenos claramente definidos), no entanto, é de todo mais apropriada a análise do fenómeno *per si* quando este envolve algum tipo de ambiguidade. O foco indutivo do presente trabalho prende-se com o facto de não existirem certezas sobre o comportamento de um terrorista num ataque utilizando o meio aquático. A opção metodológica do autor passa por estabelecer uma relação entre as características dos agentes e as características dos ataques efectuados inferindo depois o comportamento de um terrorista para um determinado tipo de operação de mergulho.

Atendendo às especificidades inerentes ao processo de planeamento e execução de operações com mergulhadores é de todo conveniente que se proceda à recolha de informação necessária à correcta estruturação deste pensamento.

Existem duas unidades que materializam a capacidade de mergulho da Marinha Portuguesa e que, sendo completamente distintas no seu propósito no âmbito das operações militares, mantêm os mesmos princípios no que respeita ao emprego da sua capacidade de mergulho. Como parte do processo de criação de um modelo estruturante do pensamento militar em operações de mergulho, foram contactadas as duas unidades, o Destacamento de Mergulhadores nº3, e o Destacamento de Acções Especiais, por forma a facilitarem o seu contributo de elevado valor, no que diz respeito à

credibilidade e experiência em operações de mergulho. Devido às características necessárias dos agentes inteligentes para o projecto SAFE-PORT foi tido como pertinente contemplar um nível de permissividade nos agentes, decorrente da falta de treino e prática militar, essa permissividade foi avaliada, discutida e validada com base em entrevistas a elementos das unidades supracitadas.

1.4 Organização da Dissertação

A presente dissertação de mestrado está organizada em sete capítulos.

Os primeiros dois capítulos foram elaborados com o objectivo de funcionar como introdução ao trabalho. Esta introdução está subdividida em dois blocos distintos: Inicialmente uma introdução metodológica, ou seja, o âmbito do aparecimento desta dissertação e a sua importância no projecto SAFE-PORT; Finalmente uma introdução teórica às ferramentas utilizadas na elaboração da resposta à questão de investigação.

O terceiro capítulo propõe uma análise do objecto de investigação, com todos os problemas derivados, assim como a metodologia adoptada pelo conjunto de entidades que integram o projecto SAFE-PORT e os requisitos do módulo de simulação de agentes inteligentes, especificamente no âmbito dos mergulhadores.

Com base na necessidade de justificar a metodologia adoptada na elaboração do presente trabalho, e seguindo na esteira dos trabalhos recentemente publicados, foi introduzida no capítulo quatro uma revisão de trabalho relacionado que auxilia na compreensão das escolhas feitas durante a realização desta dissertação.

O capítulo número cinco dá corpo a este trabalho de investigação. É neste capítulo que se propõe uma solução ao objecto de investigação, ou seja, enumera as regras estruturantes da modelação de agentes inteligentes sob a forma de mergulhadores e apresenta um perfil que incorpora as mesmas.

Como suporte à obtenção de dados em exercícios reais, está descrito no sexto capítulo desta dissertação a fundamentação para a construção e preenchimento de tabelas de avaliação a serem utilizadas neste tipo de exercícios.

No sétimo e último capítulo deste trabalho de investigação estão resumidas todas as opções metodológicas adoptadas na resolução do problema de investigação. Em paralelo, é apresentada uma linha orientadora para trabalhos futuros.

Página em branco

Capítulo 2

Enquadramento Teórico

2.1 Introdução

2.2 Máquinas de Estados

2.3 Máquinas de Estados Híbridas

2 Capítulo 2: Enquadramento Teórico

2.1 Introdução

A reprodução de comportamentos humanos num meio computacional apresenta muitos problemas. Não só pela complexidade do processo de tomada de decisão, mas pelo volume de informação processada. A impossibilidade de reproduzir na totalidade a mente humana pode ser evitada na resolução de casos particulares. Criando apenas um conjunto de estímulos direccionados no cumprimento de uma missão, é possível obter um sistema que reproduza com alguma credibilidade o comportamento humano.

Existem vários modelos matemáticos úteis na modelação de sistemas, de tal forma que se consiga analisar e explicar a evolução do mesmo segundo diferentes estímulos, como o tempo ou um evento em particular.

A modelação recorrendo ao modelo de máquinas de estado apresenta algumas vantagens claras. Sendo verdade que para sistemas muito complexos a máquina de estado respectiva cresce exponencialmente, também é verdadeiro afirmar que se trata de uma ferramenta muito credível para sistemas menos complexos.

2.2 Máquinas de Estado

“Sistemas são funções que transformam sinais”⁷ e uma grande quantidade de sistemas podem ser caracterizados recorrendo ao conceito de máquinas de estado. Este conceito assenta na dinâmica em que um sistema evolui por fases, seguindo uma sequência de fases bem definida nessa evolução; estas fases, ou estados, compartimentam uma acção específica no sistema, produzindo alterações no meio; enquanto a evolução do sistema funciona através de transições entre estados, estas transições têm motivos variados, dependendo dos sinais de *input* que o sistema recebe e o estado em que o sistema se encontra no momento do *input*. Quando o número de estados é um conjunto limitado então, o sistema designa-se por Máquina de Estados Finitos podendo estas ser caracterizadas por Máquinas de Moore ou Máquinas de Mealy dependendo unicamente

⁷ VARAIYA, Pravin, *Structure and interpretation of Signals and Systems*, August 2001, University of Berkeley, California

da origem da função de saída da Máquina de Estados. No caso da função de saída ser gerada pela presença do sistema num determinado estado, então esta Máquina é caracterizada como sendo uma Máquina de Moore. Toda a Máquina cuja sua função de saída é gerada pelas transições entre estados designa-se como Máquina de Mealy. Estes dois modelos são em tudo semelhantes, sendo portanto possível criar Máquinas de Moore e Mealy equivalentes excetuando um caso muito específico. Quando a função de entrada do sistema é vazia, a Máquina de Moore gera uma saída equivalente ao seu estado inicial enquanto a Máquina de Mealy não gera qualquer saída, devido à ausência de transição entre estados. Para os demais casos a equivalência é verdadeira.

Uma máquina de Mealy M é uma máquina de Estados com saídas associadas às transições e pode ser representado pelo conjunto $M=(\Sigma, Q, \delta, q_0, F, \Delta)$ onde:

- Σ é o alfabeto de símbolos de entrada.
- Q é um conjunto finito de estados possíveis
- δ é uma função de transição $\delta = Q \times \Sigma \rightarrow Q \times \Delta$
- q_0 é um estado inicial tal que q_0 está contido em Q .
- F é um conjunto de estados finais tal que F está contido em Q .
- Δ é o alfabeto de símbolos de saída.

O funcionamento de uma Máquina de Mealy para uma entrada ϕ consiste na aplicação sucessiva da função de transição a para cada símbolo de ϕ , até ocorrer uma condição de paragem.

Uma Máquina de Moore, devido às saídas associadas aos estados pode ser representada pelo conjunto $M=(\Sigma, Q, \delta, q_0, F, \Delta, \delta S)$, onde:

- δ é uma função de transição $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$
- δS é uma função de saída $\delta S: Q \rightarrow \Delta$

O funcionamento de uma Máquina de Moore ocorre de forma semelhante ao das máquinas de Mealy, no entanto, a função de transição $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$, não potenciando um símbolo do alfabeto de saída, é complementada com a função de saída $\delta S: Q \rightarrow \Delta$ que confirma a saída associada aos estados, característica principal das Máquinas de Moore.

2.2.1 Exemplo: Atendedor de chamadas

Este é um exemplo muito simples de uma máquina de estados finitos ou autómato finito⁸. Um telemóvel toca quando recebe uma chamada. Se ao terceiro toque ninguém atender, a máquina atende. Apresenta uma mensagem gravada pelo utilizador do telemóvel, inicia a gravação após o sinal e automaticamente desliga após a chamada. Se entre toques alguém atender o telemóvel o atendedor não tem acção.

A figura abaixo mostra um dos possíveis modelos para o atendedor de chamadas.

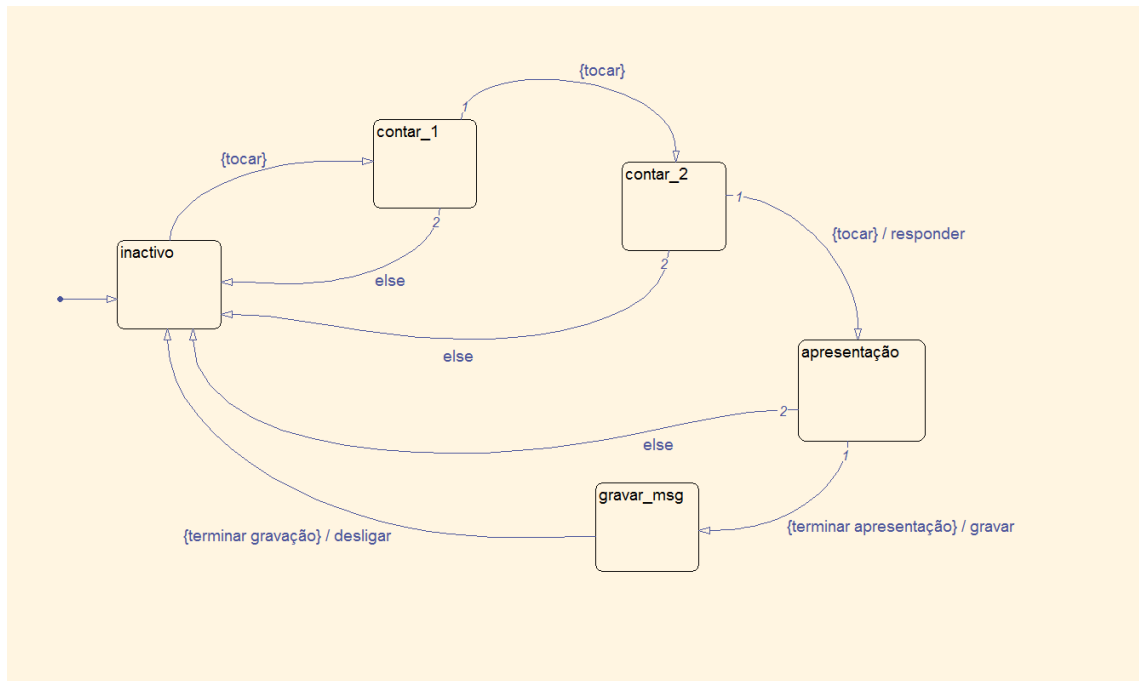


Fig. 19 Máquina de estados finitos

As máquinas de estados finitos permitem que se proceda a uma análise facilitada de um qualquer sistema, principalmente quando este tem um número reduzido de estados, incrementando na capacidade analítica do utilizador quando em comparação com outras ferramentas de análise. Esta característica transforma as máquinas de estado numa potente ferramenta de trabalho em diferentes áreas, entre as quais, a robótica, a electrónica e na engenharia de *software*. No entanto, esta ferramenta apresenta problemas ao nível da concepção de sistemas, dependendo em grande parte da capacidade de quem elabora a máquina de estado, a própria concepção da máquina de

⁸ “Um autómato finito consiste num número finito de estados e um conjunto de regras que definem a mudança de estado quando o autómato lê um símbolo do seu input” in MORAIS, José João Gonçalves, *Obtenção de expressões regulares pequenas a partir de autómatos finitos*, 2004, Departamento de Ciência de Computadores Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

estados facilita a introdução de estados redundantes entre si.⁹ Estes estados reduzem a eficiência da máquina, sobrecarregando o sistema com informação desnecessária. Este problema é amplamente conhecido e identificado como problema de minimização.

As máquinas de estado podem assumir também o formato de uma tabela onde são descritos todos os estados possíveis e qual a *input* necessário à ocorrência de uma alteração de estado, *input* esse comumente conhecido como “*guarda*”.

<i>current state</i>	<i>(next state, output) for input</i>			
	(0,0)	(1,0)	(<i>absent_A</i> ,0)	...
(1,1)	((1,1), (<i>a</i> , <i>c</i>))	((2,1), (<i>b</i> , <i>c</i>))	((1,1), (<i>absent_A</i> , <i>c</i>))	...
(2,1)	((2,1), (<i>b</i> , <i>c</i>))	((1,1), (<i>a</i> , <i>c</i>))	((2,1), (<i>absent_A</i> , <i>c</i>))	...

Tabela 1 Tabela de transição de estados

2.3 Máquinas de Estado Híbridas

Um sistema híbrido é, tipicamente, um sistema em que programas discretos interagem entre si e com um ambiente contínuo. Estes sistemas híbridos estão hoje presentes em variados ramos de atividade, podem ser tidos como exemplo os programas de piloto automático na indústria de aviação, equipamento médico, sistemas electromecânicos e robótica. A utilização desta ferramenta implica a obtenção de um modelo matemático que incorpore o carácter discreto dos sistemas informáticos e os caracter contínuo das variáveis ambientais, como o tempo, a temperatura ou a posição. Para a modelação deste tipo de sistemas pode ser utilizada uma Máquina de Estado Híbrida – um autómato finito, com um conjunto finito de variáveis reais que se alteram continuamente.

Admitindo um conjunto de restrições lineares às variáveis contínuas, estas máquinas híbridas ou autómatos híbridos, podem ser classificados num conjunto mais restrito, designados autómatos híbridos lineares. Nos autómatos híbridos lineares as variáveis contínuas são definidas por desigualdades diferenciais lineares de forma $A\dot{x} \sim b$, onde \dot{x} é o vector de primeiras derivadas das variáveis x . Uma vez que o número de restrições não é finito, perde-se a capacidade de garantir a finalização das técnicas de verificação de modelos, no entanto, uma vez que muitos destes sistemas terminam naturalmente no

⁹ ALBERTO, Alex Donizeti Betez, *Uma estratégia para a minimização de máquinas de estados finitos parciais*, Junho 2009, Universidade São Paulo, São Carlos

meio em que estão inseridos, ou seja, não tem uma continuidade perpétua, e, pela ferramenta de análise que estes proporcionam, continuam a ser caracterizados como capacidades válidas, considerando o comportamento de sistemas num intervalo de tempo definido.

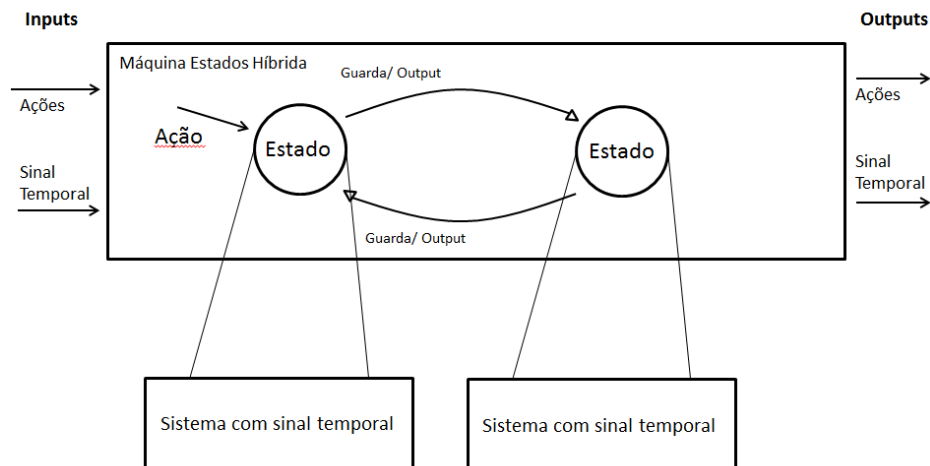


Fig. 20 Autômato Híbrido

Um autômato híbrido é definido pelo conjunto $H=(X,V, \delta, inv, init, E, jump, \Sigma, syn)$ onde:

- X é o conjunto de variáveis reais.
- V é o conjunto de modos de operação do autômato híbrido.
- δ é uma condição de fluxo dos elementos de V (definida por equações diferenciais).
- inv é uma condição invariável que obriga que as variáveis de X satisfaçam a condição $inv(v) \wedge v \in V$.
- $init$ é uma condição inicial para cada modo de operação $v \in V$.
- E é o conjunto de transições possíveis entre os modos de operação V , ou seja, cada $(v, v') \in V$ é uma ligação direta entre o modo de operação inicial $v \in V$ e o modo de operação final $v' \in V$.
- $jump$ é a condição de transição, ou guarda, de cada elemento de E .
- Σ é o conjunto finito de eventos que associado a uma função syn , atribui um evento a cada $e \in E$, esta ferramenta permite coordenar transições de modos de operação entre dois autômatos concorrentes.

Capítulo 3

Definição do Problema

3.1 Metodologia de trabalho do DAT-POW

3.2 Descrição funcional do projeto “SAFE-PORT”

3.3 Estruturação do problema

3.3.1 Variáveis de decisão

3.3.2 Variáveis de estado

3 Capítulo 3: Definição do Problema

3.1 Metodologia de trabalho do DAT-POW

As novas formas de ameaça às instalações militares, e a crescente complexidade dos ataques terroristas em diferentes teatros de operação, potenciou, no seio da Organização do Tratado do Atlântico Norte, a criação de uma Divisão de Desafios de Segurança Emergentes. Foi criado em Maio de 2004 na Conferência de Directores de Armamento, e aprovado em Junho de 2004 na Cimeira de Istambul, um grupo de trabalho com o objectivo de desenvolver modelos protótipo de defesa das unidades militares dos diferentes países da Aliança Atlântica. O DAT-POW é constituído por vários países que individualmente projectam e desenvolvem novas ferramentas no combate ao terrorismo.¹⁰

Por forma a orientar os esforços dos diferentes países em projectos do interesse da NATO como um todo, os projectos do DAT-POW estão classificados em 3 grandes áreas, existindo uma nação responsável por cada trabalho em particular. Esta divisão de trabalho está racionalizada em 3 capacidades fundamentais:

- Gestão de incidentes
- Protecção de Força e Capacidade de Sobrevivência
- Sabotagem de Redes

A Gestão de Incidentes cobre o treino do pessoal e preparação de processos que aumentem a capacidade de resposta das forças NATO no caso de ataque. Portugal está directamente ligado ao desenvolvimento nesta área de investigação, com a responsabilidade do Projecto “SAFE-PORT”. Existem também vários projectos de optimização da defesa portuária, maioritariamente contra ameaças sub-superfície, actualmente desenvolvidos por Polónia, Islândia e Letónia.

A Protecção de Força e Capacidade de Sobrevivência tem como objectivo a redução da vulnerabilidade dos meios humanos e materiais no terreno, em qualquer ambiente e contra qualquer ameaça. Trabalhos nesta área incluem redução da vulnerabilidade de aeronaves contra sistemas antiaéreos terrestres portáteis (RPG’s e MANPAD’s),

¹⁰ COUNTER TERRORIST SECTION, EMERGING SECURITY CHALLENGES DIVISION. (2013). *NATO DAT-POW, Defense Against Terrorism Programme of Work*

desenvolvimento de procedimentos contra dispositivos explosivos improvisados, medidas em ambiente NBRQ e desenvolvimento de capacidades não letais.

A Sabotagem de Redes é uma capacidade desenvolvida com base na premissa de combate eficaz ao terrorismo. Esta compreende desenvolvimento de equipamento e técnicas de reconhecimento, vigilância e identificação de alvos de importância crítica no seio das organizações terroristas, assim como a criação de bases de dados biométricos de terroristas identificados.

Todos os projectos realizados no âmbito do DAT-POW carecem de autorização para início dos trabalhos. A autorização aparece no seguimento de uma proposta de projecto do país responsável, que descreve a elaboração do mesmo.

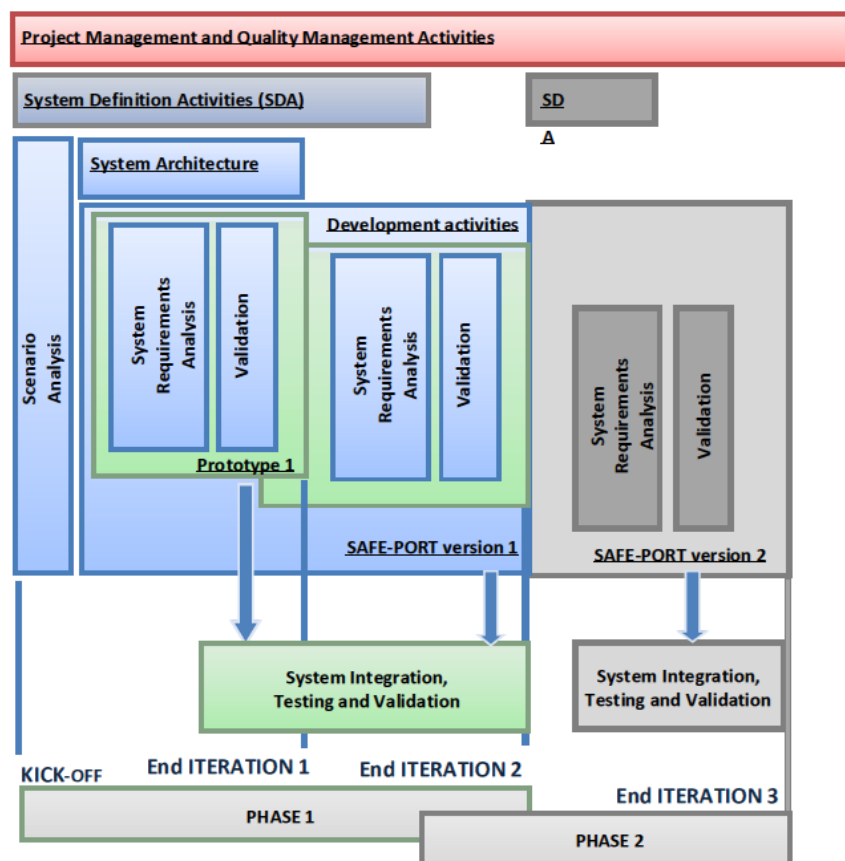


Fig. 21 Estruturação do Projecto SAFE-PORT

O Projecto “SAFE-PORT” tem o seu desenvolvimento previsto em duas fases, sendo a segunda opcional. A primeira fase é composta por duas iterações, que compreendem a concepção do protótipo do simulador SAFE-PORT, com as funcionalidades básicas e algoritmos de detecção de radar e sonar; e o refinamento do simulador, retirando

incerteza em áreas críticas; iterações 1 e 2, respectivamente. A segunda fase do projecto, e iteração 3, compreende o desenvolvimento de subsistemas adicionais ao definido no projecto inicial, por exemplo, algoritmos de detecção satélite e AIS.

3.2 Descrição funcional do projecto “SAFE-PORT”

A edificação de uma área portuária, pelas limitações impostas pela dinâmica marítima, pelas condições hidrográficas locais e pela dimensão do empreendimento por si só, leva a seja atribuído um elevado nível de permanência a qualquer ocupação de uma área com estas características, não só pela capacidade militar que potencia, mas pela importância crítica que o tráfego marítimo representa para a economia mundial.

Desta forma, é pretendido que o simulador do projecto SAFE-PORT seja elaborado tendo em conta as principais características de uma área portuária, como a capacidade de manutenção da sua atividade permanentemente, proximidade de tráfego marítimo de variadas dimensões e intenções e a otimização dos seus meios de patrulha. Esta otimização dos meios de patrulha é, naturalmente, um equilíbrio entre os custos de operação dos meios presentes e a redução da vulnerabilidade do dispositivo alvo (quantidade de ameaças detectadas). Verifica-se portanto a necessidade de introduzir no simulador um módulo de perfis de ameaça, capaz de gerar entidades que aleatoriamente tomem uma atitude agressiva perante uma determinada área crítica, neste caso, área portuária. A quantidade de ameaças detectadas pelo esquema de segurança dessa área e os custos de operação inerentes, constituem um dado de planeamento importante, apoiando o processo de tomada de decisão. Na tentativa de abranger todos os vectores de possível ataque terrorista, está prevista na proposta Portuguesa, a modelação de ameaças sob três formas:

- Pequenas embarcações
- Ataques terrestres
- Mergulhadores

3.3 Estruturação do problema

A criação do módulo de ameaças sub-superfície do projecto SAFE-PORT levanta várias questões derivadas, que transformam a modelação de comportamentos de agentes inteligentes num processo complexo. Esta complexidade advém do fato de se pretender reproduzir o processo de tomada de decisão humana. Se esta reprodução já apresenta desafios quando doutrinariamente bem suportada, caso da actividade militar, é ainda mais complexa quando se pretende alimentar o sistema com variáveis imensuráveis, como o pânico, a experiência ou a permissividade operacional (por falta de experiência ou zelo no cumprimento da missão). No entanto, métodos probabilísticos ajudam a mitigar deste problema, atribuindo uma taxa de ocorrência para cada situação específica, facilitando a introdução de incerteza e aleatoriedade no sistema.

A condução de operações de mergulho, devido a limitações do próprio corpo humano e à vulnerabilidade que este apresenta dentro de água, contrasta com a condução de outras actividades de cariz militar, onde a imaginação e a criatividade do agente desempenha um papel crucial. Deste modo, as operações de mergulho caracterizam-se por serem muito mais científicas, delimitadas por constrangimentos ao nível da biofísica do agente e, sendo verdade que a esta varia de indivíduo para indivíduo, é também verdadeira a possibilidade de se inferir com um alto nível de exactidão valores máximos aceitáveis para condução de operações de mergulho.

A modelação dos perfis de ataque a serem introduzidos no simulador de defesa portuária segue um conjunto de premissas, que não só garantem uma reprodução fiel de um mergulho com intenção de ataque a instalações ou embarcações, mas de um processo de tomada de decisão composto por dois vectores importantes:

- Acções proactivas
- Acções reactivas

As acções proactivas são todo o conjunto de acções que um agente toma baseado num planeamento inicial, que ocorrem apenas com interferência de acontecimentos previstos (como a passagem de tempo, ou um marco na distância ao objectivo) e que visa a resolução do problema.

As acções reactivas são o conjunto de acções que um agente se vê forçado a tomar, por forma a minimizar o impacto de acontecimentos não previstos no plano inicial e que permita um retorno à normalidade, ou seja, às acções proactivas.

A criação destes dois conjuntos de acções, assenta na necessidade de definir variáveis de diversa ordem, que potenciem uma correcta evolução dos acontecimentos e portanto uma simulação fiel ao comportamento de uma agente nas mesmas condições. Essas variáveis foram divididas em dois conjuntos:

- Variáveis de decisão
- Variáveis de ambiente

3.3.1 Variáveis de decisão

As variáveis de decisão integram o processo racional do perfil, condicionando o processo de tomada de decisão. Estas representam os elementos críticos que definem o comportamento do agente em operação.

A escolha destas variáveis constitui o primeiro passo na construção dos perfis, uma vez que representam a escolha de uns critérios de condução do ataque, em detrimento de outros. É portanto de extrema importância que a definição das variáveis de decisão assente num conhecimento aprofundado da dinâmica na condução das operações de mergulho, potenciando uma correcta modelação de um agente inteligente neste tipo de operações.

3.3.2 Variáveis de ambiente

As variáveis de ambiente auxiliam na obtenção de coerência comportamental do agente, seja desempenhando a função de contadores de tempo e contadores de Acção, que delimitam temporalmente as acções do agente e permitem a contabilização do número de acções decorridas, respetivamente, ou no incremento de variáveis ambientais, como a corrente, a luminosidade, o vento e a turbidez aquática.

É importante classificar estas variáveis como ferramentas que potenciam a obtenção de um elevado padrão de realismo do simulador, imprescindível a uma correcta interpretação da dinâmica das operações de mergulho, e um sistema viável e credível de apoio à decisão.

3.4 Objectivos do trabalho de investigação

A presente dissertação de mestrado visa contribuir para o projecto SAFE-PORT com um conjunto de perfis de ataque que constituem o módulo de ameaças sub-superfície, construído recorrendo à teoria das Máquinas de Estado Híbridas e a definição de um conjunto de regras e procedimentos em operação com mergulhadores que facilite uma posterior otimização e atualização do mesmo módulo para trabalhos futuros. Constitui também parte integrante deste trabalho de investigação o planeamento de um exercício real de recolha de dados que permitam a fundamentação estatística dos perfis propostos.

Os perfis de ataque dos agentes mergulhadores criados estão vertidos em tabela, a qual contém toda a informação necessária à corrida de uma simulação utilizando uma envolvente hipotética.

Página em branco

Capítulo 4

Trabalho Relacionado

4.1 Introdução

4.2 Modelação recorrendo a Máquinas de Estado

4.3 Modelação de Comportamentos

4.4 Trabalhos NATO

4.5 Playbooks

4 Capítulo 4: Trabalho Relacionado

4.1 Introdução

A análise de trabalho relacionado com o objecto de investigação da presente dissertação de mestrado é um importante procedimento sobre o ponto de vista metodológico na identificação das limitações e capacidades das ferramentas utilizadas. Pretende-se com esta identificação orientar a abordagem ao problema de investigação por forma a evitar as limitações enumeradas por outros autores.

O trabalho relacionado analisado pretende elevar a importância de três aspectos fundamentais no trabalho desenvolvido:

- As capacidades e limitações de modelação de comportamentos recorrendo à teoria de máquinas de estado;
- As dificuldades de elaboração de perfis comportamentais e de caracterização de um agente terrorista recorrendo a uma abordagem psicológica;
- A importância dos procedimentos NATO na classificação de ameaças e o potencial de um agente mergulhador terrorista.

4.2 Modelação recorrendo a Máquinas de Estado

No âmbito da participação portuguesa na Robocup, O Instituto Superior Técnico realizou um trabalho de investigação por forma a criar uma ferramenta que proporcionasse uma melhoria na eficiência demonstrada pela equipa de robôs portugueses durante aquela competição. Com efeito, foi equacionada uma abordagem por máquinas de estado na construção dos comportamentos reativos de um sistema multi-robô, integrado com um módulo responsável pela tomada de decisão dos robôs como uma equipa. Esta investigação alcançou um conjunto de resultados pertinentes para a construção de perfis de agentes inteligentes.

A maioria dos robôs é construída utilizando sistemas de decisão reativa. Esses sistemas baseiam-se geralmente em ferramentas simples e menos flexíveis, como máquinas de estado ou árvores de decisão. Sistemas reativos são conceptualmente simples, mas envolvem sérios problemas práticos. Por exemplo, a complexidade de uma máquina de

estado pode crescer rapidamente para comportamentos relativamente simples. Isto pode significar uma grande máquina de estado, difícil de ler, de modificar e propensa a erros de concepção. Se considerarmos um sistema multiagente, os problemas relacionados com a modelação de comportamento com máquinas de estado pode ser muito pior. Neste tipo de sistema, se uma abordagem reativa é usada para tomada de decisão, tudo, incluindo a coordenação entre os robôs, tem de ser pré-definido sob pena de se existir um “gap” que bloqueie o sistema. Assim, um robô não consegue antecipar as consequências das suas ações, nem as consequências das ações dos companheiros de equipa. Um sistema com vários robôs, que utiliza programas baseados em decisões reativas, cria um comportamento muito mais semelhante a um grupo de indivíduos do que propriamente a uma equipa. Robôs que usam este tipo de ferramentas demonstram geralmente comportamentos muito primitivos, e não são capazes de atingir objetivos não-triviais em domínios complexos, dinâmicos e incompletos.

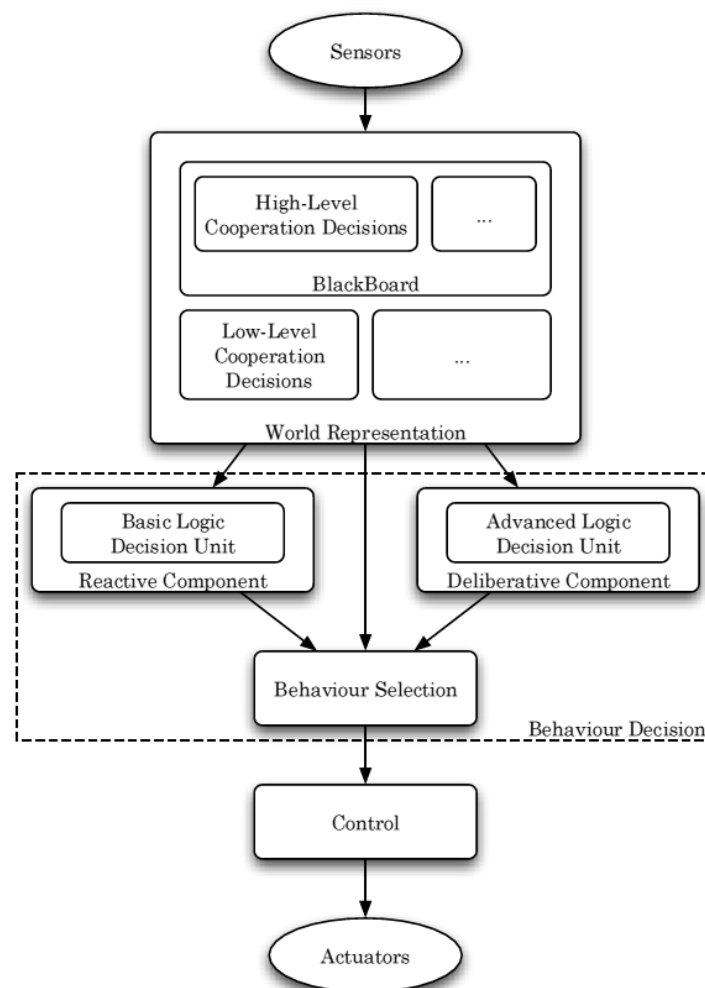


Fig. 22 Arquitetura de sistema híbrido

A componente reativa tem dois objetivos principais: garantir uma decisão rápida, em tempo real, a ser executada pelo robô, e para reagir a eventos inesperados. Por exemplo, imagine-se que um indivíduo quer tomar um copo de água. O cérebro gera um plano (vai à cozinha, abre o armário, pega num copo, enche-o com água, etc.). Se ocorrer um evento inesperado, como deixar cair o copo, ele não espera por um novo plano, ele apenas tenta apanhar o copo. No nosso domínio, essas situações podem acontecer muitas vezes: se um robô tem a bola e planeia fazer golo, ele precisa reagir a um evento inesperado (como um robot opositor levar a bola para longe dele, o robô perder a bola, ou bater contra outro robô). O processo de tomada de decisão dentro da nossa equipa de futebol robótico foi realizado por um sistema reativo implementado como uma máquina de estado. Esta solução funcionou bem para um número reduzido de comportamentos e alterações simples de comportamento. Quando começamos a planear e implementar mais comportamentos e, conseqüentemente, alterações de comportamento mais complexas, logo percebemos que as máquinas de estado não eram uma ferramenta adequada para o nosso problema. As máquinas de estado têm um grave problema prático: a complexidade. Ao tentar modelar um comportamento complexo, com uma máquina de estado, chega-se rapidamente a dezenas ou mesmo centenas de estados, com um grande número de arcos entre eles. É fácil cometer erros (como bicos sem saída), e difícil de ler, compreender e modificar uma máquina de estado tão grande.

O primeiro passo deste trabalho foi substituir a máquina de estado por um sistema de decisão baseado em regras lógicas, chamado Unidade Lógica de Decisão Básica (BLDU). Este componente, está apoiado em declarações lógicas de primeira ordem, que nos permite modelar facilmente o comportamento reativo do robô. O BLDU funciona de forma cíclica e, a cada iteração, executa algumas operações relacionadas com o processo de decisão e da modelação do mundo. Em primeiro lugar, ele transmite o estado do robô para seus companheiros de equipa. Isso inclui a função do jogador e o modo de jogo (em jogo, pausa, vai começar posição, etc.). Seguidamente, verifica-se a necessidade ou vontade de mudar a sua função em campo. Finalmente, decide o comportamento a ser executado (vai para um lugar no campo, tendo a bola para o objectivo, etc.)

A fim de comparar o BLDU com a máquina do Estado, foi realizado o seguinte teste:

O robô inicia o teste de frente para a baliza oposta, perto da marca de grande penalidade. O robô deve voltar para o meio do campo, pegar a bola, voltar para a baliza oposta e pontuar. Foi aplicado o teste dez vezes com cada sistema (sistema de decisão baseado em lógica e do sistema original de decisão por máquina de estado). Os resultados estão na Tabela 2.

Sistema utilizado	Perdas de Bola	Comprimento do percurso	Tempo	Bolas fora
Lógico	0.8	9.28	30.5	0.2
Máquina de Estado	0.7	9.40	33	0.1

Tabela 2 Resultados do teste de comparação

Não surpreendentemente, os resultados obtidos são similares para ambos os sistemas, uma vez que a unidade de controlo é a mesma. Verificou-se que quanto ao desempenho de robô de teste, este depende muito mais da unidade de controlo de comportamento de que propriamente qual a ferramenta utilizada no controlo de mudança de comportamento. O sistema baseado em lógica mostrou ser rápido o suficiente (até um pouco mais rápido do que a máquina do Estado) para lidar com os problemas de controlo de baixo nível, como o controlo de mudança de comportamento.

O trabalho acima analisado permitiu garantir que a escolha da ferramenta de Máquina de Estado é uma opção viável para a modelação de Agentes. As limitações ao nível da modelação multiagente ou da complexidade da componente proactiva do sistema não afectam significativamente a modelação deste agente, por um lado devido ao às variáveis consideradas para a construção do módulo proactivo do sistema, por outro devido à característica individualista de cada ataque.

4.3 Modelação de Comportamentos

Com o intuito de perceber quais os traços de personalidade dominantes num agente terrorista, e assim tornar possível modelação destes agentes com um maior suporte e

rigor científico, faz-se uma análise ao trabalho de Özgür Özdamar¹¹, no qual se propõe uma corrente de análise de comportamento de agentes terroristas. Análise esta centrada no indivíduo, nas suas características mentais e motivações intrapessoais.

As abordagens psicológicas ao estudo do terrorismo está tendencialmente centrada no estudo dos perfis dos terroristas (ou seja, personalidades), o seu recrutamento por grupos terroristas, crenças, motivações e carreiras como terroristas, ou seja, esta corrente literária produz o seu trabalho com o objectivo de produzir perfis de indivíduos terroristas e responder a perguntas como: Quem são os terroristas? Porque se envolvem em grupos terroristas? Quais são as características em comum desses indivíduos (se houver)? Embora existam muitos exemplos de tais estudos disponíveis, é difícil encontrar um consenso sobre os “perfis terroristas” nessas obras. Estes estudos centram-se sobre diferentes questões, a partir de perspectivas teóricas e metodológicas diferentes. No entanto, existem duas abordagens que dominam estes estudos.

A primeira abordagem descreve terroristas como doentes mentais. Indivíduos capazes de cometerem actos de tal violência são caracterizados de “anormais”. Ao produzir uma explicação sobre a mentalidade dos terroristas, esta abordagem define uma importante hipótese sobre o terrorismo. A definição “psico-lógica” de um terrorista de *Jerrold Post* um cabal exemplo disso:

“ [É] argumentável que os terroristas políticos são levados a cometer atos de violência como consequência de forças psicológicas, e que a sua “psico-lógica” especial é construída para racionalizar atos que são obrigados a cometer. ... Os indivíduos são atraídos para o caminho do terrorismo, a fim de cometer atos de violência, e sua lógica especial, que é baseada na sua psicologia, reflecte-se na sua psicologia e reflecte-se na sua retórica, tornando-se a justificação para seus atos violentos. (Post 1990:25)”.

Podem existir algumas mais-valias nesta abordagem. Por exemplo, a definição de um traço de personalidade que os terroristas apresentam como tendo maior predisposição para a violência. No entanto, esta abordagem é muito redutora e está longe de explicar as diferentes dinâmicas de um fenómeno tão complexo. Esta abordagem exclui os

¹¹ ÖZDAMAR, Özgür, *Theorizing Terrorist Behavior: Major Approaches and Their Characteristics*, *Defence Against Terrorism Review*, 2008, Vol. 1, No. 2 89-101

fatores políticos, ideológicos, económicos e sociológicos que levam as pessoas a se tornarem terroristas. Além disso, este argumento sugere que as organizações terroristas são unidades homogêneas. Supõe-se que todos os terroristas exibem um conjunto de traços de personalidade semelhantes. Considerando que tal organização não é um grupo homogêneo, e em que os indivíduos envolvidos apresentam personalidades muito distintas e diversificadas, esta abordagem não é muito apelativa

A segunda abordagem caracteriza os elementos terroristas como fanáticos¹². Esta abordagem enfatiza as qualidades e pontos de vista a terroristas como um indivíduo calmo, calculista, e com uma capacidade de planeamento lógico, cuja recompensa é política e ideológica, e não económica. Esta abordagem caracteriza terroristas como pessoas bem-educadas e sofisticadas que são capazes de usar a retórica e análise política. Terroristas que agem isolados são caracterizados como um grupo obsessivo de pessoas com ideias muito enraizados na sua personalidade como o nacionalismo ou patriotismo extremista. Esta corrente literária não caracteriza o comportamento terrorista como patológico, mas sugere que um terrorista está tão obcecado com uma perspectiva particular sobre o mundo que é poderosa o suficiente para o compelir a cometer tais atos.

Diversos trabalhos centram-se em diferentes motivações que possam servir de motivo para o terrorismo e seus processos de recrutamento. Embora a abordagem psicológica mostre as ligações entre atos terroristas e ideologias específicas, não é possível fornecer conhecimento aprofundado de atos terroristas. Sem considerar objetivos, estruturas organizacionais, ou interações estratégicas entre os agentes que efetuam atos terroristas, a abordagem psicológica por si só não explica ou prevê o comportamento terrorista.

A análise deste trabalho permite concluir que, a determinação de um perfil “terrorista” é extremamente complexo, não existindo ainda nem parte de um perfil que seja internacionalmente aceite na comunidade científica. Desde modo, e como citado no capítulo 5, a escolha das características dos agentes segue um pressuposto de elevada motivação e de zelo pela missão a desempenhar.

¹² WILKINSON, Paul; STEWART A .M., *Contemporary Research on Terrorism*, Aberdeen, United Kingdom: University of Aberdeen Press, 1987.

4.4 Trabalhos NATO

O ataque de 12 de Outubro de 2000 ao USS Cole enquanto reabastecia no Porto de Áden, Iémen, despertou os comandos militares dos Países Aliados quanto à problemática da ameaça assimétrica via meio aquático. De facto, é o primeiro exemplo da utilização de um meio aquático de superfície num atentado terrorista. Nos EUA, o HASC fica responsável pela elaboração de um estudo onde se procura perceber a natureza das falhas que tornaram possível o atentado contra um dos navios da esquadra. O relatório indica falhas aos vários níveis da cadeia hierárquica da marinha e serviços de informação americanos.

Ao nível tático foram detectadas falhas na implementação das medidas de segurança própria do navio, ao nível do controlo de embarcações estranhas à marinha e que obrigava ao afastamento das mesmas.¹³

No entanto, as falhas mais graves passaram pelo completo desconhecimento deste novo método de ataque, que culminou com uma passividade total dos serviços de informação e alerta responsáveis pela identificação das ameaças presentes no local. A falta de aviso do perigo existente levou ao repetido desrespeito das medidas de defesa supracitadas.

A identificação do ambiente subaquático como provável meio de lançamento de ataques terrorista, levanta um conjunto de perguntas semelhantes às do HASC no ano 2000.

1. Existe na comunidade NATO uma definição de critérios que alertem para eventual ataque terrorista utilizando mergulhadores?
2. Existem medidas eficazes de combate ao terrorismo utilizando mergulhadores?

A resposta à pergunta 2 é muito sucinta. Existem muitas medidas eficazes de combate a acções de mergulho.¹⁴ O seu custo elevado leva à desconsideração destes meios, uma vez que não existe registo de um ataque bem-sucedido utilizando este vetor.

A resposta à pergunta 1 é talvez mais difusa, uma vez que podem ou não existir indicadores deste risco, nomeadamente no comércio da especialidade próximo de uma área portuária. Estes indicadores podem passar por elaboração de perguntas fora do

¹³ HOUSE OF ARMED SERVICES COMMITTEE STAFF, *The investigation into the attack on the U.S.S. Cole*, Maio 2001.

¹⁴ HANKEY, Mark, *Underwater threat reduction in Ports – Is it necessary?* Port technology international, edição 49

âmbito do mergulho de recreio como orientação em águas turvas. No entanto estes são muito circunstanciais e praticamente desprovidos de validade operacional.

O número de operações de mergulho, como as de reparação, existentes em áreas portuárias invalida também a implementação permanente de medidas anti mergulhador eficazes.

Dos trabalhos realizados ao nível da NATO se conclui que a ausência de fortes indicadores de uma ameaça sub-superfície implica a presença de medidas anti mergulhador residuais. Na sua maioria apoiadas em sistemas de superfície com capacidade de detecção de um mergulhador à superfície. Este facto devido ao forte impacto criado por medidas eficazes (como a colocação de redes de protecção) na eficiência da infra-estrutura portuária.

4.5 Playbooks

Apesar de não existir consenso sobre a origem dos playbooks, estes são normalmente associados com desportos de grande expressão nos EUA. Exemplos disso são o Futebol Americano e o Basquetebol.

Os playbooks nascem da necessidade de aumentar a eficácia da passagem de informação entre dois elementos: o coordenador; o executante. A coordenação espacial de vários elementos cria um problema de difícil resolução. Se não existir para estes elementos executantes um referencial sobre o qual estabelecem a sua posição de forma integrada, é extremamente difícil introduzir grandes correcções de posição e manter a ligações de uma equipa.

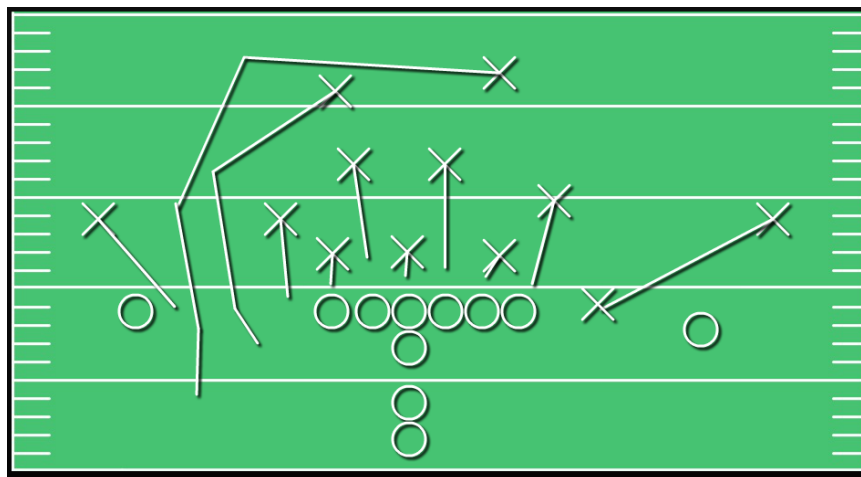


Fig. 23 Playbook com disposição de uma jogada¹⁵

Assim, está firmemente difundido o recurso aos playbooks como instrumento auxiliar de coordenação de grupos, principalmente no meio desportivo. Apesar de ser um meio que não recorre a nenhum conjunto específico de regras na sua elaboração é pertinente classificar os playbooks como auxiliares no controlo de movimentos.

Os playbooks são uma ferramenta de fácil utilização e extremamente eficazes na passagem de informação por um meio visual. Estes não dispensam, no entanto, um conjunto de factores importantes para que tal passagem de informação seja rápida, precisa e concisa. Estes factores são desde logo a uniformidade de conhecimentos da plateia ao qual o playbook é alvo, a uniformidade de regras de elaboração deste playbook e a existência de uma mensagem ou informação a ser transmitida. Esta mensagem é transmitida ao público-alvo sob a forma de algoritmos com a finalidade de ser cumprida no futuro. Estes algoritmos podem ser tão simples como a sequenciação de uma jogada numa qualquer modalidade desportiva ou tão complexos como a integração de leis físicas no controlo de movimentos de um robô.¹⁶

Algumas tarefas praticadas por robôs (planear movimento de um veículo todo-terreno, equilibrar um objeto ou agarrar um objecto com um conjunto braço/mão robótica) requerem o estudo de complexas interacções de contacto entre o robô e o ambiente. Modelos geométricos (representando as propriedades espaciais do objecto) não são suficientes para o estudo dessas interacções. Este facto deve-se à necessidade de se

¹⁵ Retirado de <http://www.footballplaybookonline.com/design.php>, consultado a 14 Agosto de 2013

¹⁶ HEHN, Markus, D'ANDREA, Raffaello, *An Iterative Learning Scheme for High Performance, Periodic Quadcopter Trajectories*, 2013, 2013 European Control Conference, Zürich

modelar as propriedades físicas do objecto, como a massa, a distribuição de massa, os factores de elasticidade/rigidez do objecto, a viscosidade e as forças de colisão.

São os modelos matemáticos que descrevem as propriedades físicas dos objectos e as leis da física que actuam sobre estes que proporciona a interacção entre os robôs e o meio envolvente. Como demonstra a figura 6.



Fig. 24 Veiculo descrevendo círculo enquanto equilibra o pêndulo

A utilização de playbooks no controlo e coordenação de agentes inteligentes mergulhadores, principalmente durante a fase de obtenção de dados e teste dos perfis pode constituir uma mais-valia. Esta mais valia pode traduzir-se pela capacidade de transmitir aos agentes mergulhadores de teste a intenção de produzir uma ação pretendida com vista ao teste de um parâmetro específico de teste.

Capítulo 5

Abordagem ao Objecto de Investigação

5.1 Análise morfológica do terrorista

5.1.1 Introdução

5.1.2 Definição de dimensões e valores dos perfis terroristas

5.1.3. Escolha do perfil terrorista padrão

5.2 Formalismo da Modelação

5.2.1 Pressupostos

5.2.2 Abordagem conceptual

5.2.3 Divisão dos perfis

5.2.4 Interface com o utilizador

5.3 Elaboração de Modelos Comportamentais

5.3.1 Delimitação de padrões de operação

5.3.2 Perfis Comportamentais

5 Capítulo 5: Abordagem ao Objecto de Investigação

5.1 Análise morfológica do terrorista

5.1.1 Introdução

A diversidade de ataques terroristas observados nos últimos 25 anos permite enumerar um conjunto muito grande de características que identificam os agentes que os perpetraram. Embora não seja possível identificar um perfil “terrorista” recorrendo apenas a uma abordagem psicológica, é possível observar um conjunto de características comuns a alguns deles. Estas características do agente (e do ataque) variam bastante dependendo da origem do agente, da motivação e do tipo de organização em que se insere.

A necessidade de estabelecer alguns pressupostos na modelação de agentes mergulhadores aumenta a importância de se proceder a uma análise morfológica dos terroristas. Esta análise tem como finalidade identificar um conjunto de características presentes em terroristas por forma a facilitar a escolha de um perfil que sustente a modelação proposta.

5.1.2 Definição das dimensões e valores dos perfis terroristas

As dimensões de um perfil de terrorista são o conjunto de características que definem esse agente. Estas dimensões são compostas por valores discretos e exclusivos. Esta opção metodológica prende-se com o facto de existirem, na maior parte dos casos, valores que mesmo pertencendo a dimensões semelhantes assumem uma precedência superior no perfil do indivíduo. Em acréscimo, esta metodologia facilita em grande parte a análise dos perfis, uma vez que elimina a necessidade de estabelecer graus de dominância entre valores da mesma dimensão.

Por opção do autor, a análise morfológica dos terroristas limita-se a 8 dimensões. Entende-se que com 8 dimensões se garante uma análise suficiente, que potencie a dedução dos pressupostos necessários a uma modelação eficaz.

Com uma análise dos atentados terroristas dos últimos anos é fácil a dedução de duas características importantes. Estas características têm implicações ao nível da

perigosidade potencial do ataque. Assim sendo, as primeiras duas dimensões são a “Quantidade” de terroristas e se estes são, ou não, “Suicidas”.

*Nos atentados terroristas no Bali em 2002, três terroristas suicidas atacaram em simultâneo fazendo-se explodir em três locais distintos, provocando 202 vítimas e 209 feridos.*¹⁷

*Em 2011, Anders Behring Breivik entra na ilha de Utoya disfarçado de polícia e assassina a tiro 69 pessoas. Ao mesmo tempo, um IED explode em Oslo, matando 8 pessoas.*¹⁸

Os exemplos citados são dois dos muitos exemplos em que as duas dimensões assumem valores distintos:

- Quantidade: Isolado/Grupo
- Suicida: Sim/Não

Não sendo a única diferença entre os ataques, influenciam o mesmo quanto ao alcance e à letalidade.

Uma análise dos ataques acima referenciados permitem encontrar outras dimensões nas quais existe uma variação de valor, desde logo a “Tecnologia” utilizada no ataque e a “Motivação” que compeliu os agentes. Por forma a suportar a proposta destas duas dimensões observe-se os seguintes exemplos:

*Em 1995, 5 elementos da seita Aum Shinrikyo, extremistas religiosos de influência budista, libertaram gás sarin no metro de Tóquio matando 13 pessoas e ferindo mais de 6000.*¹⁹

*Em 2010, 3 mulheres com ligações aos rebeldes Chechenos efectuaram um ataque suicida no metro de Moscovo matando 38 pessoas e ferindo mais de 60.*²⁰

¹⁷ Retirado de <http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-19881138> consultado a 14 de Agosto de 2013.

¹⁸ Retirado de <http://www.biography.com/people/anders-behring-breivik-20617893>, consultado a 14 de Agosto de 2013

¹⁹ Retirado de <http://www.publico.pt/mundo/noticia/foi-detido-o-ultimo-fugitivo-do-ataque-com-gas-sarin-ao-metro-de-toquio--1550428>, consultado a 14 de Agosto de 2013

²⁰ Retirado de <http://edition.cnn.com/2010/WORLD/europe/03/29/russia.subway.explosion/index.html>, consultado a 14 de Agosto de 2013

Facilmente se distingue duas motivações distintas, política e religiosa. Assim como o recurso a tecnologia diferente nos 2 casos. Num mundo em que a tecnologia evolui a um ritmo acelerado, assim como os métodos utilizados pelos terroristas, é conveniente analisar os estudos mais recentes quanto à utilização de novas tecnologias nos ataques.

A utilização de veículos autónomos representa um risco crescente, à medida que os conhecimentos necessários à concepção e montagem se difundem. A utilização destes veículos, principalmente dos veículos aéreos²¹, aumenta significativamente a eficácia do ataque pela posição vantajosa de emprego de um sistema de armas que tal plataforma proporciona.

Em paralelo com a ameaça dos veículos autónomos, é reconhecida a ameaça subaquática²², por utilizar um meio onde o controlo de tráfego é tecnicamente difícil e dispendioso. No entanto, a importância do tráfego marítimo na economia mundial torna um ataque utilizando um meio sub-superfície extremamente remunerador para o agente terrorista. Um incidente em que 4 mergulhadores palestinianos foram mortos por forças da marinha de Israel juntamente com as declarações Abd al-Rahim al-Nashiri²³ contribui para a percepção da necessidade de se analisar este risco.

Assim estabelece-se as seguintes dimensões e valores:

- Motivação: Política / Económica / Religiosa / Ideológica / Indefinida
- Tecnologia: Veículos Autónomos / Veículos Não Autónomos / IED / Armas Ligeiras / NBQ / SCUBA

Uma análise de um historial de atentados terroristas dos últimos anos, permite identificar um padrão que, não justificando a maioria das vítimas destas acções, pode auxiliar na identificação dos atentados mais elaborados e mortíferos. Este padrão prende-se com a experiência militar dos agentes. Consegue identificar-se uma tendência em que os ataques mais elaborados e com mais baixas são perpetrados por agentes com experiência militar. Normalmente associada a presenças na guerra soviética no

²¹ MIASNIKOV, Eugene, *Threat of Terrorism Using Unmanned Aerial Vehicles: Technical Aspects*, Center for Arms Control, Energy and Environmental studies, Moscow Institute of Physics and Technology, 2005

²² HANKEY, Mark, *Underwater threat reduction in Ports – Is it necessary?*, Port technology international, edição 49.

²³ Abd al-Rahim al-Nashiri é o suposto mentor da estratégia náutica da Al-Qaeda, afirmou existir a capacidade de efectuar ataques subaquáticos, recorrendo a motas subaquáticas para transformar os seus agentes em “torpedos humanos”

Afeganistão, guerras do Iraque, Bósnia e Kosovo. Dos 7 ataques terroristas mais mortíferos de sempre, 5 foram perpetrados por terroristas com experiência militar.

Desta forma estabelece-se a dimensão “treino militar” com os seguintes valores:

- Treino militar: Veterano de guerra/ Avançado / Básico / Nenhum

Embora se tenha alimentado a reputação do terrorismo através de imagens como as de 11 de Setembro em Nova Iorque, ou as de 3 de Setembro em Beslan, existem diversos métodos de obter o efeito de “terror” na opinião pública. Estes passam por variadas tipologias de ataque em que se inserem também os assassinatos selectivos, como o de Lee Rigby a 24 de Maio em Londres, ou o de Luís Carrero Blanco em 1973. Estas tipologias de ataques, identificados devido à violência elevada, não descartam outras menos conhecidas mas de grande dano potencial, como a sabotagem ou o ciberterrorismo. É pertinente estabelecer uma ligação entre a tipologia dos ataques e o alvo ao qual o agente pretende aplicar o método de ataque. Este alvo pode ser de diversa ordem como é possível constatar em ataques dos últimos anos:

- USS Cole – 12 Outubro 2000 – Alvo Militar
- Torres Gémeas – 11 Setembro 2001 – Alvo indiscriminado
- Pentágono – 11 Setembro 2001 – Alvo Militar / Político
- Metro de Londres – 07 Julho 2005 – Alvo indiscriminado

Desta forma, estabelece-se duas dimensões importantes para uma correcta caracterização do perfil terrorista:

- Tipologia do Ataque: Assassínio em indiscriminado / Assassínio Selectivo / Sabotagem / Ciberataque
- Alvo: Militar / Político / Indiscriminado

Por fim, propõe-se uma diferenciação quanto ao sexo do indivíduo por duas razões. Em primeiro lugar porque existem vários ataques terroristas da autoria de indivíduos do sexo feminino, como os atentados no metro de Moscovo a 29 de Março de 2010. Em segundo lugar devido à diferença de capacidade física, normalmente inferior, do sexo feminino em relação ao sexo masculino. Este facto é relevante na modelação de agentes mergulhadores, que necessitam de uma elevada capacidade física para efectuar o ataque.

Assim temos:

- Sexo: Masculino / Feminino

A análise acima disposta permite a elaboração de uma tabela. A tabela seguinte explana as características consideradas mais importantes na análise de um perfil de terrorista.

Quant.	Sexo	Motivação	Suicida	Treino Militar	Tecnologia utilizada	Tipologia do ataque	Alvo
Isolado	Feminino	Política	Sim	Veterano de guerra	Veículo autónomo	Assassinato Indiscriminado	Militar
Grupo	Masculino	Económica	Não	Militar Avançado	Veículo não autónomo	Assassinato selectivo	Político
	Misto	Religiosa		Militar Básico	IED	ciberataque	Indiscriminado
		Ideológica		Nenhum	Armas ligeiras	Sabotagem	
		Indefinida			NBQ		
					SCUBA		

Tabela 3 Análise Morfológica do Terrorista

5.1.3 Escolha do perfil terrorista padrão

Os dados da tabela 3 são propostos recorrendo a uma análise que não sendo exaustiva, procura caracterizar a grande maioria dos terroristas e dos seus respectivos ataques. No entanto, mesmo não sendo um conjunto exaustivo de valores, a tabela 1 apresenta um número elevado de perfis possíveis. Muitos destes perfis não se enquadram na necessidade decorrente do projecto SAFE-PORT, como a utilização de veículos autónomos nos ataques, entre outros.

Por forma a facilitar a dedução de alguns pressupostos para a modelação dos terroristas, propõe-se a escolha de apenas um perfil terrorista dos acima dispostos. A escolha de apenas um perfil pode ser considerada insuficiente mas é uma proposta baseada nas necessidades do projecto SAFE-PORT e no risco identificado da utilização de mergulhadores em ataques terroristas.

Recorrendo à tabela 4 propõe-se o seguinte perfil para o terrorista padrão:

Quant.	Sexo	Motivação	Suicida	Treino Militar	Tecnologia utilizada	Tipologia do ataque	Alvo
Isolado	Feminino	Política	Sim	Veterano de guerra	Veículo autónomo	Assassinato Indiscriminado	Militar
Grupo	Masculino	Económica	Não	Militar Avançado	Veículo não autónomo	Assassinato selectivo	Político
	Misto	Religiosa		Militar Básico	IED	ciberataque	Indiscriminado
		Ideológica		Nenhum	Armas ligeiras	Sabotagem	
		Indefinida			NBQ		
					SCUBA		

Tabela 4 Escolha do perfil terrorista padrão

A escolha reflete não só a necessidade do projecto SAFE-POT quanto à tecnologia utilizada (mergulho) e ao tipo de alvo (militar), mas também a assunção pressupostos que carecem alguma explicação:

1. A dificuldade existente em estabelecer comando e controlo sobre os agentes em acções de mergulho, associada à falta de conhecimentos, torna improvável que um ataque desta natureza seja efectuado por um grupo a interagir de forma integrada. O mais provável considerando a utilização de mais do que 1 agente é a sincronização destes ataques, sendo cada um deles um ataque isolado. Assim estabelece-se que cada ataque é efetuado por um agente isolado.
2. A tendência natural do sexo masculino em obter superior capacidade física leva a que, num ataque desta natureza, que implica uma capacidade física acima da média, seja escolhido em detrimento do feminino para o terrorista.
3. O risco inerente a uma missão desta natureza é de tal forma elevado que é pertinente assumir que o terrorista esteja disposto a sacrificar a vida no cumprimento da missão, assim se estabelece que o terrorista como suicida.
4. O tipo de motivação que move o agente não é relevante para as suas opções de cariz tático. Pode ser relevante para o estudo de um perfil de terrorista em determinado espaço geográfico que, não sendo do âmbito desta dissertação não é considerado como relevante. Assim o terrorista apresenta uma motivação a qual se desconhece a natureza.

5.2 Formalismo da modelação

5.2.1 Pressupostos

A Modelação Comportamental de Agentes Inteligentes proposta nesta dissertação é fundamentada num conjunto de pressupostos que auxiliam na construção dos perfis de ataque e garantem os níveis de operacionalidade/permisividade exigidos no simulador SAFE-PORT. Estes pressupostos têm a sua origem nas próprias orientações de trabalho do DAT-POW, na análise morfológica realizada e subsequente escolha de um perfil de terrorista padrão e da necessidade de desenvolver um simulador o mais fidedigno possível com a realidade.

A análise morfológica do terrorista, apresentada em 5.1, estabelece um conjunto de características do terrorista e do ataque perpetrado por este. Estas características permitem a assunção de alguns pressupostos necessários à modelação comportamental dos agentes.

Os pressupostos são os seguintes:

- O terrorista apresenta uma elevada capacidade física, que permita a natação subaquática por grandes períodos de tempo;
- O terrorista apresenta uma motivação elevada para o cumprimento da missão, que o possibilite operar em elevados níveis de risco de vida;
- O terrorista não ataca o dispositivo de defesa portuária (botes/sonares/sentinelas), apenas as áreas marcadas como críticas;
- O terrorista não ataca o restante tráfego marítimo;

Estes pressupostos implicam uma interpretação, com o intuito de traduzir em acções, as características tidas como verdadeiras em cada um dos agentes. Por se tratar de comportamentos humanos, é impossível provar uma relação causa-efeito entre as características supracitadas e os comportamentos adoptados, uma vez que na verdade, esta tomada de decisão obedece a critérios pessoais, do momento, muitas vezes incoerentes e incompreensíveis.

Exemplo:

“Um agente mergulhador é detetado por um bote de patrulha na sua área de operação.”

Na análise desta situação muito específica podem ser enumeradas várias reacções possíveis por parte do mergulhador, entre as quais, entrada em pânico e paragem completa da acção, mergulho e tentativa de fuga, tentativa de fuga à superfície, ataque ao bote de patrulha, mergulho e continuidade da missão, pedido de auxílio simulando mergulhador sinistrado etc.

Numa situação semelhante à apresentada no exemplo é impossível garantir que, devido ao fato de estar motivado para acção e ter a intenção de cometer um ataque suicida, o agente não irá entrar em pânico; ou que devido ao fato de não ter treino militar a sua incapacidade de ter uma reacção tacticamente correta.

Por forma a contornar este problema, a concepção dos perfis obedece ao critério de tornar o agente o mais eficaz possível, reduzindo para apenas duas as reacções possíveis:

1. O agente prossegue com a missão
2. O agente cessa a missão

5.2.2 Abordagem Conceptual

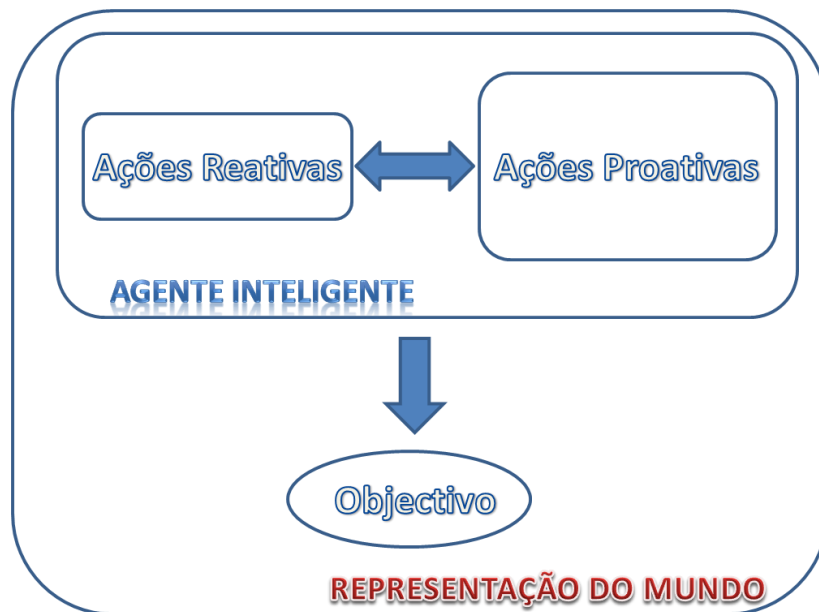


Fig. 25 Abordagem conceptual

O processo de resolução de problemas envolve recorrentemente o desenvolvimento de um plano que resolve total ou parcialmente o problema apresentado. No entanto, a natureza dinâmica de muitos problemas tornam improvável a sua resolução sem a necessária adaptação às mudanças do meio.

A condução de operações militares em geral e as de mergulho em particular, caracterizam-se por uma estreita ligação entre o planeamento realizado e as mudanças constantes do meio, por existirem forças opositoras que não atuam segundo um padrão conhecido e portanto muito difícil de prever. Este facto é de tal forma importante que existem “*battle drills*” com a finalidade de treinar situações específicas que ocorrem frequentemente e para as quais não existe necessidade de contemplar no planeamento geral. Esses “*battle drills*” assumem tal importância que, dependendo dos casos, podem envolver numerosos meios e um nível de risco moderado por se tentar reproduzir o mais fielmente possível as condições esperadas. É assumido que uma vez reproduzidas as condições necessárias, a repetição de procedimentos permita a elaboração de um plano que é, na maioria dos casos, melhor do que uma reacção inesperada a um evento inopinado.

A modelação comportamental dos agentes inteligentes está portanto assente em dois pilares fundamentais a partir dos quais é construído todo o perfil de ataque. Esses pilares são:

- Ações Proativas
- Ações Reativas

A ligação entre estes dois tipos de acções é feita através da implementação de limites que dinamizam a escolha de um tipo de acção em detrimento de outra. Esses limites, sob a forma de *guardas* de cada um dos estados que compõe o modelo, são definidos utilizando as supracitadas variáveis de decisão que, quando optimizadas, reproduzem um perfil comportamental por parte do agente, potenciando o comportamento mais correto em cada situação específica.

5.2.3 Divisão dos perfis

Embora se tenha provado que caracterização de um terrorista modelo não é possível, a necessidade de simulação do sistema “SAFE-PORT” leva a que sejam criados vários perfis que garantam, enquanto conjunto, uma simulação fidedigna das variadas linhas de acção que os agentes podem executar. A implementação destas linhas de acção pode ser executada de duas formas distintas:

1. Criação de um perfil que garantisse simulação de todas as linhas de acção, através da definição de probabilidades de escolha de cada uma destas. Este perfil seria introduzido aleatoriamente pelo sistema numa determinada hora do dia por forma a proceder-se ao ataque. Este perfil sendo mais exaustivo e difícil de construir, devido à quantidade de estados, arcos e guardas respectivos, acarreta uma limitação importante. A actualização destes perfis, por serem muito exaustivos e difíceis de ler, criariam uma grande entropia na sua análise, dificultando a resolução de problemas simples e da implementação de novos tipos de acções.
2. Criação de vários perfis semelhantes, mas com diferenças ao nível do procedimento de ataque. Esta abordagem permite que sejam definidas várias linhas de acção, sendo cada uma delas simulada por um perfil específico. Estes perfis são escolhidos aleatoriamente pelo sistema com base em indicações fornecidas pelo utilizador. Existem grandes vantagens deste tipo de abordagem,

desde logo a facilidade de intervencionar (seja para optimização ou eliminação de *bugs*) cada uma das linhas de acção individualmente uma vez que a máquina de estado respectiva é mais pequena. Por outro lado, a introdução de novos perfis é independente dos já existentes, este fato permite que qualquer erro nos novos (ou antigos) perfis não comprometa todo o funcionamento do sistema.

A metodologia adoptada neste trabalho de investigação passa por a elaboração de vários perfis, não só dificuldade mais reduzida de implementação deste módulo, mas acima de tudo, da possibilidade de actualização deste sistema, seja pela introdução de novas linhas de acção, quer pela actualização das já existentes.

5.2.4 Interface com o utilizador

O intuito de criar uma área de interface com o utilizador é o de permitir uma escolha dos perfis pretendidos para cada simulação. Esta escolha pode ser necessária na adaptação da simulação à área alvo, tendo em conta que a área testada pode conter características específicas que impossibilitam que determinada linha de acção seja exequível ou muito improvável, por exemplo, numa área com corrente muito forte, a intenção do mergulhador de nadar contra a mesma. Nestes casos, é função do controlador adaptar as características da simulação às características da área testada. Este interface, disponível no separador de comportamento dos agentes (“Agents Behaviour”) secção de ameaças (“Threats”) do simulador, apresenta os vários perfis disponíveis, fazendo uma pequena descrição de cada um. A geração das ameaças é depois suportada pelo conjunto de perfis seleccionado. Estas ameaças são geradas antes do início simulação com toda a informação necessária, desde a hora de ataque, perfil, local de nascimento e de desaparecimento da ameaça.

O interface proposto está de acordo com a estrutura base utilizada pelo simulador criado no âmbito deste projecto pela Escola Naval e pelo Centro de Investigação Naval e desenvolvido pelo CMG Maia Martins da Marinha de Portuguesa.

Os conjuntos de comandos que controlam os agentes não são manipulados directamente pelo utilizador. Estes comandos, são responsáveis pelo posicionamento do agente no espaço e estão intrinsecamente ligados ao estado activo em cada momento que a simulação decorre. Estes comandos podem ser portanto: “Movimentação vertical” (Imergir, Emergir), “Parar” e “Movimentação horizontal”.

5.3 Elaboração de Modelos Comportamentais

A modelação comportamental dos agentes inteligentes constitui-se como um dos pilares fundamentais deste trabalho de investigação, propondo um determinado conjunto de perfis de ataque fundamentados numa sólida componente teórica, num conhecimento aprofundado da dinâmica das operações de mergulho e simultaneamente de uma flexibilidade que garanta a optimização sucessiva do trabalho realizado.

Assim sendo, importa não só conhecer os comportamentos dos mergulhadores em si, mas como a importância algumas variáveis na prossecução destas operações e sem as quais, se tornava impossível uma reprodução fiel da dinâmica das operações de mergulho. Nas páginas seguintes apresenta-se o racional de criação destes perfis, assim como as tabelas e diagrama de transição de estados dos respetivos perfis.

LISTA DE PARÂMETROS DO CENÁRIO	AMBIENTAIS	VELOCIDADE CORRENTE
	MERGULHADOR	VELOCIDADE
		AUTONOMIA
		DISTÂNCIA À AMEAÇA MAIS PRÓXIMA
		DISTÂNCIA AO OBJETIVO
	BOTES	VELOCIDADE
		CONSUMO COMBUSTÍVEL
		CAPACIDADE DETECÇÃO
		TRAJECTÓRIA

Tabela 5 Lista de variáveis

Os parâmetros da tabela 5, representam o conjunto de variáveis que condicionam o comportamento dos agentes, limitando a sua ação dentro de valores humanamente possíveis (ex. velocidade), dentro das características do equipamento (ex. autonomia) e das características da área de operação (ex. corrente).

Uma investigação exaustiva permite perceber que existem muitas outras variáveis que podem afectar significativamente o decorrer das operações e a eficiência dos agentes, como a morfologia do fundo, a turbidez da água, a visibilidade (devido à presença de nevoeiro, pó, chuva, e ângulo de incidência da luz solar) acima da linha de água, a temperatura da água entre outros. No entanto, as limitações ao nível dos equipamentos

disponíveis e desconhecimento do real impacto destas variáveis no comportamento dos agentes, aliadas à intenção de desenvolver um processo genérico de modelação deste tipo de operações, e portanto sempre sujeito a optimização, levam à escolha de um número mais reduzido de variáveis, que por si só representam um desafio ao nível da implementação computacional.

5.3.1 Delimitação dos padrões de operação

A correcta delimitação das variáveis do sistema constitui pilar fulcral para um correto funcionamento dos perfis criados. Estas variáveis, sendo algumas guardas de estado que permitem uma alteração de comportamento ou despoletar de ação, requerem um correto enquadramento por forma a garantir um comportamento coerente no tempo e no espaço.

A variável “**velocidade corrente**” constitui uma fator crítico na prossecução das operações de mergulho, principalmente por retirar mobilidade operacional (já reduzida) ao agente. A dificuldade sentida pelos mergulhadores em contrariar os efeitos da corrente, e o desgaste físico que esta ação provoca, estabelece um teto máximo de operação de 1kt. No entanto, em alguns casos existe a possibilidade que a corrente seja um fator facilitador da operação. Nesses casos, o mergulhador é largado de forma a que a própria corrente o aproxime do alvo. Uma vez que muitas áreas portuárias são nos estuários de rios, onde a corrente tem um sentido facilmente identificável e utilizável, seria de esperar que o limite da variável “corrente” para operações de mergulho fosse superior, com os devidos constrangimentos quanto ao “sentido corrente” e à posição de largada do agente por forma a garantir que este consegue proceder à correta aproximação ao alvo. No entanto, o risco elevado desta linha de acção, uma vez que só existe uma oportunidade de aproximação e praticamente nenhuma possibilidade de fuga, os reduzidos benefícios operacionais que promove e a elevada dificuldade de implementação computacional leva que seja rejeitado o sentido da corrente como fator crítico de planeamento.

A variável “**velocidade**” define a velocidade instantânea do agente durante o seu movimento. Esta variável tem o valor fixo de 1.2Km/h para o movimento subaquático, de acordo com as referências utilizadas pelos mergulhadores da Marinha Portuguesa.

A “**autonomia**” do agente representa a quantidade de tempo que este pode operar utilizando um determinado equipamento de mergulho. Sendo a autonomia de um equipamento variável com a condição física, experiência de mergulho e a própria fisionomia do agente, são utilizados valores padrão tabelados segundo os critérios de segurança de operações de mergulho da Marinha Portuguesa.

O equipamento de mergulho considerado é, por facilidade de obtenção de informação, o que equipa os destacamentos de mergulhadores da Marinha Portuguesa, duas garrafas de 15 litros de ar comprimido a 200BAR.

Este equipamento assumindo uma taxa de consumo de 45 litros/min de ar a uma profundidade de 20 metros fornece uma autonomia máxima de 2 horas e 30 minutos. Esta variável configura-se como uma variável de ambiente que define a quantidade de tempo de que os mergulhadores dispõem para procederem à aproximação do objectivo ou área crítica.²⁴

As variáveis “ **Distância à ameaça mais próxima**” e “ **Distância ao objectivo**” são duas importantes variáveis de decisão. Estas influenciam todo o processo de tomada de decisão devido à necessidade de existir uma aproximação não detectada à área crítica (ou objetivo) por parte do mergulhador, que permita um ataque bem-sucedido. Tendo em consideração o pressuposto de que os elementos não possuem treino militar e que não conhecem técnicas de camuflagem ou perfil de natação que lhes permitam ter à vontade de se aproximarem dos botes de patrulha (Ameaças), considera-se que a distância limite à ameaça é de tal grandeza que permita ao agente distinguir movimentos dos elementos dos botes e portanto conferir alguma segurança ao mergulhador promovida pela sensação de controlo da situação. As distâncias apresentadas abaixo reflectem as considerações de elementos dos mergulhadores dos destacamentos dos mergulhadores sapadores e do destacamento de acções especiais tendo em conta o pensamento supracitado. Tal racional não é considerado para equipamentos sonar potentes uma vez que só a sua presença constitui fator dissuasor suficiente para inibir operações de mergulho por representarem risco potencialmente letal para o mergulhador. Quanto a equipamentos sonar de baixa potência não constituem fator

²⁴ Retirado de http://www.d4.dion.ne.jp/~divsango/net_diving_school/pt/selftraining/manual/p80.htm, consultado a 14 de Agosto de 2013

crítico, uma vez que a sua presença não altera o perfil de aproximação do mergulhador por não existir uma contramedida disponível ao alcance do agente.

A “distância ao objectivo” é importante na medida que, não só é um fator importante que porque define o ponto de lançamento do mergulhador, e portanto a distância total a ser percorrida, mas devido ao risco crescente à medida que um agente se aproxima do objectivo. Devido a estas duas características da variável “distância ao objectivo”, considera-se que esta representa uma variável de decisão, com valor máximo de 2000 jj.

LISTA DE PARÂMETROS DO CENÁRIO	AMBIENTAIS	VELOCIDADE CORRENTE	MAX - 1 kt
	AMEAÇAS	VELOCIDADE	1.2Km/h
		AUTONOMIA	2,5h
		DISTÂNCIA À AMEAÇA MAIS PRÓXIMA	MIN – 80m
		DISTÂNCIA AO OBJETIVO	MAX – 2000jj

Tabela 6 Limites das variáveis

5.3.2 Perfis comportamentais

Os perfis comportamentais apresentados estão divididos segundo o tipo de aproximação efectuada pelo agente à área crítica (ou objectivo). Esta aproximação reflecte a atitude do agente perante os botes de patrulha e as embarcações mais próximas, por representarem ameaças à realização da sua missão. Pode então verificar-se as seguintes diferenças:

- Os mergulhadores deslocam-se em linha recta para o objectivo, ignorando a presença dos botes de patrulha até estes se encontrarem a uma distância que comprometa a missão.
- Os mergulhadores evitam os botes patrulha, utilizando um rumo que garanta a aproximação do objectivo e que minimize a aproximação ao bote de patrulha.

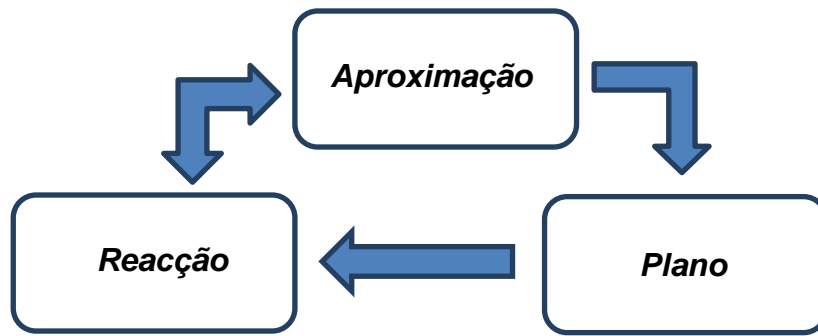


Fig. 26 Ligações estruturais dos perfis comportamentais

Os perfis propostos são constituídos por 3 blocos de operação que garantem os comportamentos adequados para cada situação específica.

O bloco de aproximação garante os comandos de uma aproximação sistemática do agente ao objectivo. Este agente, procede à aproximação imerso, emergindo intermitentemente de 5 em 5 minutos. Esta emersão é justificada pela necessidade do agente se orientar, observar a localização das ameaças, e o seu movimento relativamente ao objectivo. Conforme a distância ao objectivo e à ameaça mais próxima o agente pode agir de 3 formas distintas:

- Imerge e continua a aproximação que já estava a efectuar.
- Imerge e inicia a fuga a uma ameaça.
- Imerge e inicia a aproximação final ao objectivo.



Fig. 27 Bloco “aproximação” e ligações respectivas

O bloco “Aproximação” funciona ciclicamente e só a aproximação excessiva de uma ameaça ou a chegada à distância ideal ao objectivo iniciam os restantes blocos (Reacção e Plano). Esta alteração de comportamento decorre com o agente emerso, uma vez que durante a aproximação sub-superfície não existe garantia de uma recolha de dados suficientes para uma correta reavaliação e tomada de decisão.

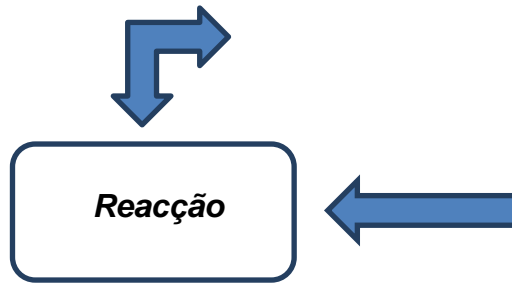


Fig. 28 Bloco "Reacção" e ligações respectivas

O bloco “Reacção” compreende um conjunto de comandos que levam o agente a reagir a situações que constituam perigo para o cumprimento da missão, tomando acção por forma a reduzir o risco de ser detectado pelos botes de patrulha. Este conjunto de comandos é iniciado pela proximidade excessiva dos botes, qualquer que seja a o bloco onde o perfil se encontre a operar, isto é, o processo reativo pode ser despoletado tanto na aproximação ao objectivo como no bloco de acção proactiva.

A intenção de criar um bloco “Reacção” é o de aumentar a taxa de sucesso dos agentes, procurando reduzir o risco quando este atinge valores demasiado elevados. A reacção esperada, passa por um afastamento imediato do local onde se encontra a ameaça, e por um subsequente período de espera imerso, o pretendido é uma evasão por parte do mergulhador a qualquer padrão de busca dos botes que detectaram o mesmo à tona da água. Informações recebidas por várias fontes, alertam para o impacto emocional que tal situação cria no agente mergulhador, de tal forma, que existe mesmo a possibilidade de este interromper a sua ação devido ao choque. Considerando que, no âmbito do cenário pretendido no projecto SAFEPORT, e aos pressupostos supracitados, e tratando-se de mergulhadores motivados, a taxa proposta de comprometimento da missão aquando da passagem ao bloco de reacção é de 10%, esta acção excepcional obriga o mergulhador a terminar a ação e procurar um local para fugir deixando de constituir uma ameaça. Este valor proposto serve como ponto de partida para a modelação deste agente, sendo necessária a sua optimização após a recolha de dados.

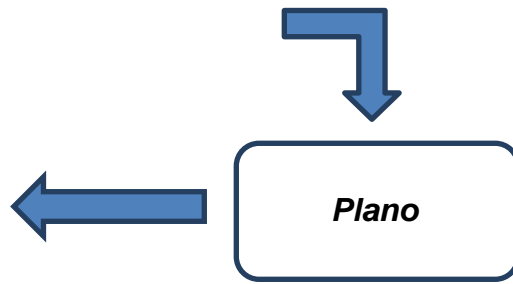


Fig. 29 Bloco " Plano" e ligações respectivas

O bloco “Plano” centra toda a atitude do agente para a aproximação final e desencadear do ataque à área crítica. O iniciar do bloco “Plano” depende directamente da proximidade do agente ao objectivo considerando que quanto maior a proximidade a terra e ao objectivo maior o risco a que este está exposto quando emerso. Partindo deste princípio, a chegada a uma determinada distância, onde o risco aumenta substancialmente e a navegação até ao objectivo é mais fácil, altera o comportamento do agente, de tal forma que este implique uma menor exposição ao sistema de defesa de superfície.

Uma vez mais, e em consonância com o bloco “Aproximação” a intrínseca falta de mobilidade do agente implica que qualquer aproximação indevida de uma ameaça provoque uma alteração de comportamento, levando o agente a distanciar-se da mesma, apesar de já se encontrar em fase final de aproximação.

A tabela 5 explana a máquina de estado que define os perfis dos agentes, delimitando intervalos de tempo em que o mergulhador permanece à superfície, assim como as distâncias que provocam alterações de comportamento, associando todos estes parâmetros na construção de um *modus operandi* do agente mergulhador do sistema SAFEPORT.

A implementação computacional deste perfil tem, no entanto, de garantir que para cada estado exista uma saída (output) para o sistema. Essas saídas são as responsáveis pelo correcto controlo tridimensional do agente, pela contagem do tempo e pela contagem dos casos bem e mal sucedidos, isto é, a cada agente que eficazmente se aproxime do objectivo até à realização do comando “ATAQUE” o sistema incrementa em 1 a contagem de ataques bem-sucedidos, facilitando uma análise posterior à simulação que permita a optimização do dispositivo de defesa.

TABELA PERFIL ATAQUE		
ESTADO INICIAL	INPUT	ESTADO FINAL
PARADO	"COMEÇAR"	OBSERVAR
OBSERVAR	"DISTÂNCIA AO OBJECTIVO >300m"	IMERSÃO
OBSERVAR	"DISTÂNCIA AO OBJECTIVO <300m"	ACÇÃO PROACTIVA
OBSERVAR	"DISTÂNCIA À AMEAÇA MAIS PRÓXIMA <80m"	ACÇÃO REACTIVA
IMERSÃO	"5 MINUTOS PASSADOS "	OBSERVAR
ACÇÃO PROACTIVA	"DISTÂNCIA AO OBJECTIVO >100m"	PERSEGUIR
ACÇÃO PROACTIVA	"DISTÂNCIA AO OBJECTIVO <100m"	ATAQUE
ACÇÃO PROACTIVA	"DISTÂNCIA À AMEAÇA MAIS PRÓXIMA <80m"	ACÇÃO REACTIVA
PERSEGUIR	"PASSOU 2MINUTOS"	ESPREITAR
ESPREITAR	"PASSOU 5 SEGUNDOS"	ACÇÃO PROACTIVA
ACÇÃO REACTIVA	90%	REAGIR
ACÇÃO REACTIVA	10%	FUGIR
REAGIR	"PASSARAM 15MINUTOS"	ESPERA
FUGIR		
ESPERA	"PASSARAM 15MINUTOS"	OBSERVAR

Tabela 7 Tabela de transição de estados dos perfis propostos

5.4 Simulação

De seguida procede-se a uma simulação hipotética com base na tabela 7, e onde o mergulhador tem uma atitude de afastamento em relação à ameaça mais próxima durante o seu movimento.

A simulação é puramente empírica, onde se joga o perfil disposto na tabela 7 com posições aleatórias dos botes de patrulha. As movimentações do agente mergulhador correspondem ao controlo pretendido para o mesmo decorrente da escolha feita nas condições iniciais, ou seja “tem uma atitude de afastamento em relação à ameaça mais próxima durante o seu movimento.”.



Fig. 30 Condições Iniciais da simulação

OBSERVAR	"DISTÂNCIA AO OBJECTIVO >300m"	IMERSÃO
----------	--------------------------------	---------

Perante as condições o mergulhador inicia o seu movimento.

IMERSÃO	"5 MINUTOS PASSADOS "	OBSERVAR
---------	-----------------------	----------

Tendo a seguinte disposição quando vem à superfície.

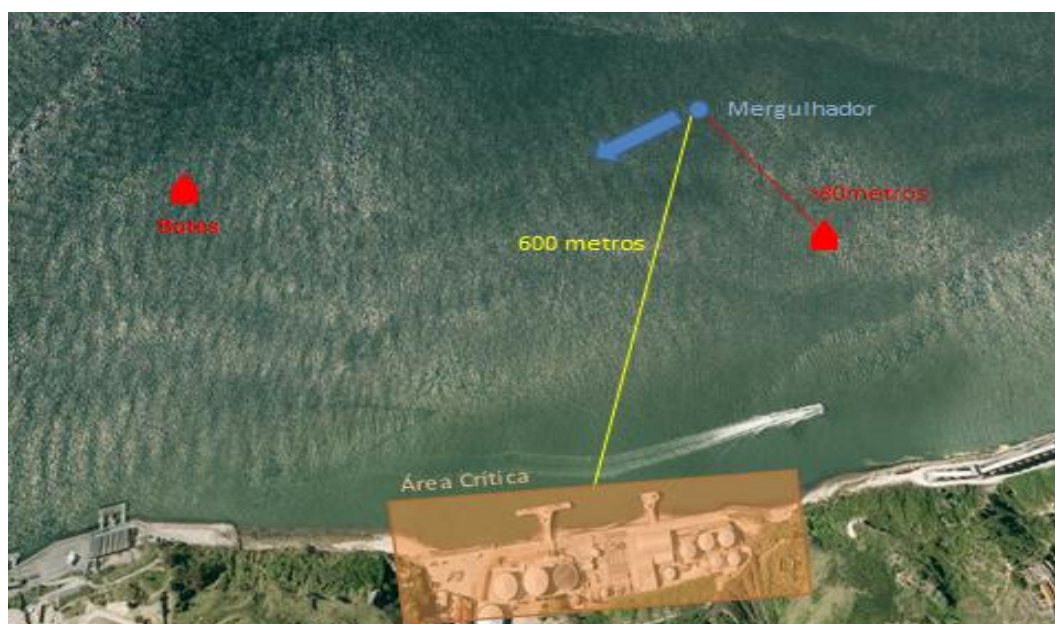


Fig. 31 1ª Observação da simulação, Bloco "Aproximação"

OBSERVAR	"DISTÂNCIA AO OBJECTIVO >300m"	IMERSÃO
----------	--------------------------------	---------

IMERSÃO	"5 MINUTOS PASSADOS "	OBSERVAR
---------	-----------------------	----------

O agente continua a aproximação, no entanto, perante a aproximação de um bote opta por um percurso que o afaste ligeiramente da ameaça. Na emersão seguinte observa.



Fig. 32 2ª Observação e início do Bloco "Reação"

OBSERVAR	"DISTÂNCIA À AMEAÇA MAIS PRÓXIMA <80m"	ACÇÃO REACTIVA
ACÇÃO REACTIVA	90%	REAGIR
REAGIR	"PASSARAM 15MINUTOS"	ESPERA
ESPERA	"PASSARAM 15MINUTOS"	OBSERVAR

A proximidade de uma ameaça obriga o mergulhador a afastar-se imediatamente, interrompendo a missão. Após o afastamento e sucessiva espera retoma a aproximação.

A perante o perigo de ser detectado o mergulhador cessa a sua missão e mitigando os riscos para a sua integridade, iniciando logo de seguida. Este conjunto de comandos funciona ciclicamente até ser atingida a distância de 300 metros.



Fig. 33 3ª observação e início do Bloco "Plano"

ACÇÃO PROACTIVA	"DISTÂNCIA AO OBJECTIVO >100m"	PERSEGUIR
PERSEGUIR	"PASSOU 2MINUTOS"	ESPREITAR
ESPREITAR	"PASSOU 5 SEGUNDOS"	ACÇÃO PROACTIVA

A aproximação final ao objectivo obedece ao mesmo critério utilizado no início da missão. Perante a aproximação excessiva de um elemento hostil o mergulhador procura a evasão.



Fig. 34 4ª observação e alteração de comportamento

ACÇÃO PROACTIVA	"DISTÂNCIA À AMEAÇA MAIS PRÓXIMA <80m"	ACÇÃO REACTIVA
ACÇÃO REACTIVA	90%	REAGIR
REAGIR	"PASSARAM 15MINUTOS"	ESPERA
ESPERA	"PASSARAM 15MINUTOS"	OBSERVAR

Durante a sua aproximação o agente visualiza uma ameaça. De imediato procede como da primeira ocasião, mitigando o risco de ser interceptado.



Fig. 35 Última observação e início do ataque

ACÇÃO PROACTIVA	"DISTÂNCIA AO OBJECTIVO <100m"	ATAQUE
-----------------	--------------------------------	--------

Perante a proximidade ao objectivo o mergulhador mergulha uma última vez procedendo ao último trajecto subaquático e subsequente ataque.

Página em branco

Capítulo 6

Exercício Real

6.1 Planeamento

6.1.1 Propósito

6.1.2 Cenário e Ameaças

6.1.3 Objectivos do Teste

6.1.4 Instruções de Coordenação

6.1.4.1 Considerações gerais

6.1.4.2 Condições Iniciais

6.2 Tratamento de dados

6.3 Resultados esperados

6 Capítulo 6: Exercício Real

O âmbito desta dissertação de mestrado, e o tipo de entidades que se propõe modelar, implica que exista sempre um processo de recolha de dados no terreno, com vista a uma recriação mais fiel do comportamento humano no ambiente complexo em que o sistema SAFE-PORT se insere. Se não existir uma ferramenta para a obtenção de dados válidos, pertinentes e rigorosos, é improvável que qualquer trabalho desta natureza consiga modelar, com um nível de aceitabilidade razoável, um agente mergulhador em operação. A dificuldade neste processo de modelação prende-se com o carácter pessoal deste tipo de missões e portanto, qualquer tentativa que não implique a obtenção de dados de uma forma sistemática e em ambiente real, aumenta consideravelmente a probabilidade da introdução de erros de procedimento ao nível dos executantes da missão.

Este capítulo pretende garantir todo processo de planeamento para a obtenção de dados de uma forma sistemática, permitindo que, inserido num exercício real (ou *field-trial*), seja possível o teste e optimização do modelo proposto no capítulo 5.

6.1 Planeamento

Não sendo o objectivo desta dissertação propor um modelo de exercício real, com todas as especificidades teóricas e técnicas importantes para uma obtenção de dados válidos, é importante que seja proposto um planeamento e um conjunto de objectivos para o teste dos perfis comportamentais dos agentes. Este planeamento adicional serve como referência a qualquer entidade cujo objectivo seja o teste de perfis comportamentais, auxiliando as entidades organizadoras com os requisitos de teste específicos deste tipo de agente.

6.1.1 Propósito

A necessidade de uma contínua optimização de perfis comportamentais, associada à intenção de criação de um *field-trial* no âmbito do projecto SAFEPORT, que funcione como teste de validação dos perfis propostos, torna pertinente o planeamento dos

requisitos que tal exercício envolve ao nível do teste dos agentes inteligentes. Este planeamento é ainda mais indispensável com o gasto significativo de recursos humanos, materiais e financeiros que se perspectiva com a elaboração de um *field-trial*.

O planeamento apresentado neste capítulo serve como referência para o teste dos perfis propostos, e tem como objectivo final a apresentação de dados que suportem os modelos apresentados ou, se tal não se verificar, que suportem uma optimização desses mesmos modelos.

6.1.2 Cenário e Ameaças

O cenário considerado para o decorrer de acções de mergulhadores são todos os portos ou cais pertencentes aos países da NATO, com as devidas ressalvas em relação às condições hidrográficas de cada local, de acordo com os limites de operação supracitados.

Os agentes mergulhadores possuem experiência de mergulho adquirida no meio civil, não tendo treino militar específico.

As ameaças consideradas no presente teste são botes de patrulha, como membro integrante de um sistema mais vasto de defesa portuária onde se inserem também os sensores estacionários em terra.

6.1.3 Objectivos do Teste

O teste aos perfis de ataque dos agentes tem os seguintes objectivos:

<i>CARACTERÍSTICA TESTADA</i>	<i>OBJECTIVO</i>
Autonomia	1. Determinar a autonomia do sistema de respiração com uma intensidade de natação moderada
Trajectória	1. Determinar capacidade de percorrer uma trajectória pré-definida 2. Determinar capacidade de

	orientação com e sem tábua de navegação
Distâncias de reação	1. Registrar opiniões dos mergulhadores, após as suas acções, sobre as distâncias que implicam mudança de comportamento
Tempo emerso	1. Registrar quantidade de tempo de emersão 2. Registrar opinião dos mergulhadores após acção
Tempo de observação	1. Registrar cumprimento dos tempos de observação 2. Registrar opinião dos mergulhadores sobre adequabilidade dos tempos de observação

Tabela 8 Objectivos de teste

A capacidade de corroborar, ou não, os perfis propostos, passa por possibilitar uma análise alargada das variáveis capazes de influenciar a *performance* operacional dos mergulhadores. Considera-se portanto um conjunto de variáveis ambientais, relacionadas com as condições METOC presentes no local, que possuam a capacidade de alterar o desempenho do mergulhador, permitindo duas ações relevantes:

- Estabelecimento de uma relação entre as condições METOC e a degradação da eficácia operacional do agente;
- Identificação de variáveis importantes e não consideradas na modelação.

Dos objectivos propostos se deduzem os seguintes elementos essenciais de análise:

- a. Autonomia dos mergulhadores;
- b. Trajectória descrita durante o ataque;
- c. Distâncias a partir das quais o agente toma decisões;
- d. Tempos de Emerção entre observações;
- e. Tempos parciais que o mergulhador se mantém à superfície.

6.1.4 Instruções de Coordenação

6.1.4.1 Considerações gerais

Do planeamento deste exercício depreendem-se algumas considerações a vários níveis. Desde logo quanto a limitações existentes, decorrentes de dificuldades financeiras, materiais e técnicas, o tempo disponível para a realização deste exercício e do processo de colecta de dados. Das considerações supracitadas se destaca o seguinte:

- Os testes são conduzidos num ambiente o mais controlado possível;
- Os botes de patrulha não devem, em momento algum, ter informação de qual o perfil praticado pelo mergulhador, assim como as horas de início de cada acção;
- Incapacidade de seguimento contínuo do agente mergulhador;
- Necessidade da presença de equipas de segurança dos mergulhadores;
- O período de testes não deve ser inferior a 24h, permitindo a obtenção de dados nos arcos diurno e nocturno;
- Os dados de carácter ambiental (ex. Condições METOC), deverão ser colectados em esquema periódico e/ou sempre que os dados se alterem significativamente;
- Todos os intervenientes nas operações de mergulhos recebem briefing sobre o intuito do exercício, vários perfis de ataque possíveis e intenções do coordenador para obtenção de dados.

6.1.4.2 Condições iniciais

As condições iniciais compreendem as funções de cada elemento durante o período do exercício, assim como a posição de cada elemento na área de exercício e o equipamento necessário:²⁵

- a. Coordenador do grupo de ataque (CGA):
 - i. Função:
 - Garante a ligação entre o ODT e o Grupo de ataque;
 - Define o perfil adoptado em cada acção de mergulho;
 - Efectua os registos de cada acção de mergulho.
 - ii. Posição:
 - Onde melhor consiga coordenar as acções de ataque, sem prejudicar o decorrer do exercício.
 - iii. Equipamento:
 - 01 (um) Rádio GP380 C\Auricular;
 - Baterias para 48h de operação de 01 (um) Rádio GP380;
 - 01 (um) Telemóvel de Serviço C\Autonomia para 48h de operação
- b. Auxiliar do Coordenador do grupo de ataque:
 - i. Função:
 - Efectua os registos de opinião após cada acção de mergulho.
 - Auxilia o CGA em qualquer atividade.
 - ii. Posição:
 - Pré-estabelecida pelo CGA.
 - iii. Equipamento:
 - 01 (um) Rádio GP380 C\Auricular;
 - Baterias para 48h de operação de 01 (um) Rádio GP380
- c. Grupo de segurança de mergulhadores:
 - i. Função:
 - Garantir a integridade física dos mergulhadores na água;

²⁵ As condições iniciais dispostas não compreendem o planeamento de todo o exercício de recolha de dados, apenas o referente ao teste dos agentes mergulhadores. Adopta-se como referência a proposta de Côte-Real (2013) para o planeamento de exercícios reais.

- Proceder à vedação da área de mergulho a quaisquer embarcações não autorizadas;
 - Controlar os tempos de mergulho e repouso admissível para cada mergulhador.
 - Manter comunicações permanentes com o coordenador do grupo de ataque.
- ii. Posição:
- Pré-estabelecida pelo CGA conforme necessidade expressa pelo ODT, alterada sempre que o grupo considere pertinente para melhor controlo da área.
- iii. Equipamento:
- 01 (um) Rádio GP380 C\Auricular;
 - Baterias para 48h de operação de 01 (um) Rádio GP380;
 - 01 (um) Bote Zebro Tipo III C\Motor fora de borda de 50hp
 - Combustível para 48h de operação C\01 (um) Motor fora de borda de 50hp
- d. Agentes Mergulhadores:
- i. Função:
- Efectuar mergulho, com ponto de partida, hora, perfil de ataque e ponto de chegada pré-estabelecidos pelo coordenador do grupo de ataque;
 - Colocar mina lapa no costado do Navio e comunicar conclusão da acção ao grupo de supervisão.
- ii. Posição:
- Ponto de Partida - Pré-estabelecido pelo ODT
- iii. Equipamento:
- Equipamento orgânico para 48h de operações de mergulho com sistema de circuito aberto.
 - 02 (duas) tábuas navegação

6.2 Tratamento de dados

Face ao anteriormente referido na secção 1.3, a abordagem proposta para a realização do presente trabalho é de carácter qualitativo, sendo caracterizada sobretudo pelo seu foco indutivo no que concerne a investigação. No que respeita o tratamento de dados parte integrante da investigação, optou-se por recorrer à inferência estatística, nomeadamente a técnicas de amostragem de modo a determinar a quantidade de dados (amostra) necessária para que os mesmos se tornem relevantes e para que, efetivamente possuam “valor estatístico”.

Antes de ser determinado qual a dimensão da amostra, é necessário realizar um curto enquadramento sobre esta área da estatística, apresentando assim alguns conceitos considerados importantes.

Neste sentido, entenda-se por inferência estatística o “processo de raciocínio indutivo, em que se procuram tirar conclusões indo do particular para o geral”, sendo assim “diferente do processo matemático, essencialmente dedutivo”. Com este processo pretende-se “estudar uma população, estudando só alguns elementos dessa população, ou seja uma amostra” para que seja possível “a partir das propriedades verificadas na amostra inferir propriedades para a população”²⁶.

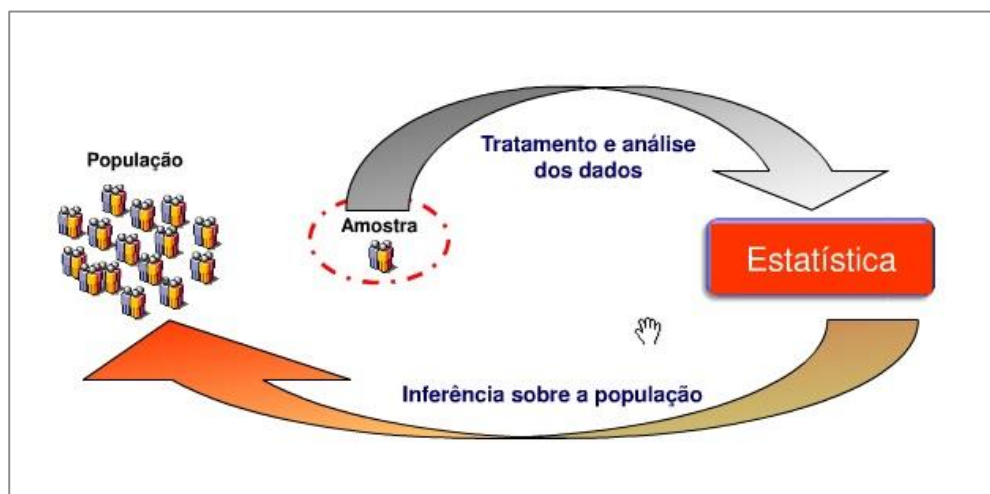


Fig. 36 Processo de inferência estatística²⁷

Por forma a estudar uma característica de uma população²⁸ é necessário, utilizar uma função matemática que se considere apropriada. Esta função tem obrigatoriamente

²⁶MARTINS, Maria Eugénia Graça, *Introdução à Inferência Estatística*, Departamento de Estatística e Investigação Operacional, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2006

²⁷ Retirado de <http://www.docstoc.com/docs/116682858/Tabelas-de-fatores-do-CEP>, consultado a 12-08-2013.

que depender dos valores da amostra, esta será denominada por estimador do parâmetro que se pretende estudar. É de salientar que o estimador, depende da amostra de estudo, de modo que a um estimador utilizado para uma determinada amostra é uma estimativa. Para que seja possível obter funções que permitam inferir adequadamente as características que se pretendem estudar é necessário determinar uma amostra favorável ao estudo a efetuar, de modo a obter uma interpretação correta dos resultados obtidos.

No entanto a obtenção de “bons” estimadores não se deve apenas à amostra escolhida mas também à sua dimensão. De acordo com Martins (2006) “ para se obter uma amostra que permita calcular estimativas precisas dos parâmetros a estudar, a sua dimensão depende muito da variabilidade da população subjacente.”

No caso particular da presente dissertação, a população em estudo, devido ao seu *modus operandi* e à sua motivação, são extremamente imprevisíveis, contudo podem ser associados às seguintes variáveis:

<i>CARACTERÍSTICA TESTADA</i>	<i>OBJECTIVO</i>
Autonomia	1. Determinar a autonomia do sistema de respiração com uma intensidade de natação moderada
Trajectória	1. Determinar capacidade de percorrer uma trajectória pré-definida 2. Determinar capacidade de orientação com e sem tábua de navegação
Distâncias de reacção	1. Registrar opiniões dos mergulhadores, após as suas acções, sobre as distâncias que implicam mudança de comportamento

²⁸ A característica numérica de uma população assume o nome de parâmetro. Por sua vez, a característica numérica de uma função é denominada por estatística.

Tempo emerso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar quantidade de tempo de emersão 2. Registrar opinião dos mergulhadores após acção
Tempo de observação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar cumprimento dos tempos de observação 2. Registrar opinião dos mergulhadores sobre adequabilidade dos tempos de observação

Tabela 9 Objectivos de teste

Um tratamento dos dados decorrentes da experiência planeada deve passar, numa fase inicial, por uma análise dos dados recolhidos e por uma exclusão de possíveis erros de recolha, identificados pela natureza dos valores que os compõem e que são, normalmente, completamente distintos dos restantes.

Os resultados obtidos no decorrer do exercício são registados no formulário presente no anexo A.

As objectivos do teste, sendo alguns perfeitamente quantificáveis, e para os quais se consegue processar ao nível estatística, não o são na sua totalidade. A natureza do teste, tendo um elevado nível de subjectividade é vulnerável às limitações da avaliação empírica dos dados existentes, nomeadamente de todos aqueles que implicam uma recolha de opinião do agente mergulhador de teste.

Esta limitação consegue apenas ser colmatada com uma exaustiva recolha de dados na tentativa de identificar e eliminar informação não credível.

6.3 Resultados esperados

Os perfis de ataque propostos, por não se basearem em dados de ataques reais, apresentam, como é de esperar, limitações que não sendo impeditivas para a simulação de um ataque com mergulhadores não estão optimizadas para a as características específicas de um ataque terrorista.

Espera-se que com o exercício real, e com os dados fornecidos por este, seja possível a implementação de alterações que melhorem fiabilidade da simulação. É pretendida a definição de novos limites de operação, assim como a identificação de incoerências operacionais existentes nos perfis, isto é, a presença de ações que não simulem um comportamento coerente com o meio envolvente. Abre-se no entanto a possibilidade de criação de novos perfis que, durante a experiência demonstrem elevado valor operacional.

A obtenção de novos limites de operação, decorrente do processo de análise de dados do exercício real, deve reflectir a actuação dos mergulhadores de teste. Por se pretender modelar o comportamento de um agente terrorista, é de extrema importância a avaliação da capacidade de tomada de decisão durante cada ação de mergulho. A quantificação desta capacidade é vital na optimização das ameaças do simulador pois evita a criação de um agente com uma eficiência acima da humanamente possível.

A identificação de novos perfis de ataque decorre da análise dos ataques de teste, da opinião dos mergulhadores de teste e da eficácia operacional demonstrada na execução deste perfil. Estes novos perfis de ataque podem passar pela introdução de acções durante a imersão do mergulhador.

A eliminação ou substituição de acções incoerentes podem significar a alteração do módulo de reacção, nomeadamente na presença de um tempo de espera após a evasão e a avaliação da pertinência de uma taxa de insucesso na execução do módulo de reacção.

Página em branco

Capítulo 7

Conclusões

7.1 Revisão do trabalho realizado

7.2 Trabalho futuro

7 Capítulo 7: Conclusões

7.1 Revisão do trabalho realizado

Esta dissertação assumiu como objectivo a modelação comportamental de agentes inteligentes, vertente subaquática, do módulo de ameaças presente no simulador do projecto SAFE-PORT.

Com essa finalidade foi necessário subdividir o problema de investigação em 4 grandes áreas que sendo distintas na área de conhecimento são vitais numa modelação comportamental correcta. Essas áreas são: O modelo matemático, a modelação de comportamentos, as características psicológicas do terrorista e a obtenção de dados/validação da modelação.

Em primeiro lugar foi efectuado um estudo teórico das capacidades e limitações da modelação de sistemas utilizando o modelo de máquinas de estado híbridas. Este modelo, sobre o qual se propõe a modelação de comportamentos é responsável pelo controlo do agente terrorista no simulador assim como da reprodução de qualquer perfil comportamental associado.

A análise de trabalhos relacionados com modelação comportamental ou caracterização de terroristas aponta para uma incapacidade das abordagens psicológicas em estabelecer um perfil padrão para este tipo de agentes. Desta forma, uma análise morfológica foi necessária ao estabelecimento de um perfil padrão que servisse de linha orientadora na elaboração de um conjunto de pressupostos. Estes pressupostos são necessários à eliminação da subjectividade latente na modelação de comportamentos humanos.

A modelação de comportamentos de um agente mergulhador terrorista surgiu na forma de 3 blocos distintos, cuja correcta implementação computacional permite simular um ataque a um determinado objectivo. Estes blocos representam as 3 funções básicas do agente numa acção desta natureza, ou seja, a aproximação ao objectivo, o ataque e a evasão aos agentes hostis. A criação destes 3 blocos interligados não teria valor prático se não existissem *inputs* que provocassem uma alteração de comportamento no instante pretendido. Estes *inputs* ou “guardas” obrigam a uma alteração de estado e subsequente alteração de comportamento por parte do terrorista. A delimitação dos “guardas” foi

feita com base no conhecimento de operacionais da Marinha de Guerra Portuguesa mas ainda estão sujeitos a confirmação experimental.

A condução de um exercício de recolha de dados está prevista no âmbito do projecto SAFE-PORT e era do maior interesse deste trabalho de investigação a obtenção de dados que corroborassem os perfis criados. Assim, incluiu-se neste trabalho de investigação todo o planeamento de exercício real assim como o seu âmbito de aplicação e necessidades específicas. Devido à impossibilidade de conduzir este exercício em tempo útil da realização desta dissertação de mestrado foi incluído um conjunto de resultados esperados desta recolha de dados. A alusão aos possíveis resultados decorrentes do exercício serve como indicador de alerta à entidade coordenadora do mesmo para a necessidade de validação e optimização dos perfis criados, assim como dos limites de operação dos agentes.

Concluiu-se ser possível reproduzir a dinâmica de uma operação de mergulho e o comportamento de um mergulhador terrorista de forma consistente. Assim como se garante a eficácia dos perfis propostos. Esta eficácia é garantida por um perfil credível, assente na experiência das entidades que deram o seu contributo, pela incapacidade de se manter operacionais medidas anti mergulhador eficazes durante períodos temporais prolongados e pela diminuta janela de tempo em que o mergulhador está sujeito às capacidades de detecção de superfície.

Concluiu-se ainda que, com os pressupostos utilizados, o modelo teórico utilizado se revela uma mais-valia, não só pela capacidade de manter todos os perfis simples e independentes, mas como permite uma otimização fácil dos limites de ação dos agentes. Limites que acabam por não ser mais que os intervalos nas variáveis de decisão que compõe os “guardas” do sistema.

Existem no entanto algumas limitações neste trabalho. Desde logo a impossibilidade de garantir uma simulação que reproduza na totalidade um ataque com mergulhadores. A intuição, a experiência e a capacidade de análise do individuo, que são elementos essenciais numa operação militar, são extremamente difíceis de definir de forma sistemática. Ainda consta como limitação o número de variáveis consideradas. Uma vez que as variáveis que podem ter implicações ao nível operacional de uma operação desta

natureza é extremamente extenso. A sua não consideração no simulador, não sendo crítica, reduz o nível de semelhança da simulação para com a realidade.

Apesar das limitações identificadas, e de outras que podem ser apontadas, considera-se que o presente trabalho permitiu conhecer a problemática da modelação de comportamentos humanos, das dificuldades de implementação computacional e da caracterização dos agentes terroristas. Em acréscimo, considera-se que uma correcta implementação dos perfis dispostos irá proporcionar uma ferramenta bastante válida no que concerne à simulação de ataques com mergulhadores no âmbito do projecto “SAFE-PORT”

7.2 Trabalho futuro

A compreensão da mente humana, e a sua reprodução computacional, não é um sonho novo da comunidade científica. Embora existam já extensos trabalhos sobre a simulação comportamental de indivíduos permanece uma grande incógnita sobre a verdadeira dinâmica do pensamento humano. Qualquer investigação nesta área de conhecimento não é mais que um contributo que desperta a comunidade científica para uma nova perspectiva de avaliar o comportamento humano e as técnicas de reprodução desse comportamento.

É do entendimento do autor desde trabalho que existe ainda muito a investigar neste tema antes de ser possível a produção de um modelo comportamental de um terrorista mergulhador que reúna um consenso na maioria da comunidade científica.

Trabalhos futuros passarão provavelmente pela fundamentação estatística dos perfis propostos, ou seja, realização do exercício real planeado. Terminado este passo fundamental é importante a implementação computacional deste mesmo trabalho, uma vez que este é o principal objectivo do projecto SAFE-PORT. A implementação computacional deste projecto e a resolução de problemas que possam surgir ao nível da criação do seu código informático, é uma mais-valia para esta área de conhecimento uma vez que fornece uma ferramenta alternativa para a simulação de comportamentos humanos.

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

- ALBERTO, A. D. (2009). *Uma estratégia para a minimização de máquinas de estados finitos parciais*. USP, São Carlos.
- ALUR, R. (2011). *Formal Verification of Hybrid Systems*. Taipei, Taiwan: EMSOFT.
- BRITO, R., MARTENDAL, D., & OLIVEIRA, H. (2003). *Máquinas de estados finitos de Mealy e Moore*. Universidade de Santa Catarina, Brasil.
- BROOKS, R. A. (1991). *Intelligence Without Representation*. Cambridge, USA: MIT Artificial Intelligence Laboratory.
- CHAMPAGNAT, R., ESTEBAN, P., PINGAUD, H., & VALETTE, R. (s.d.). *Modeling and Simulation of a Hybrid System through PR/TR PN-DAE Model*. Toulouse, France.
- COUNTER TERRORIST SECTION, EMERGING SECURITY CHALLENGES DIVISION. (2013). *NATO DAT-POW, Defense Against Terrorism Programme of Work*.
- CÔRTE-REAL, Filipe M. T. (2013). *Caderno de provas para avaliação de sensores eletro-óticos para aplicação em ambiente de defesa portuária*, dissertação de mestrado em ciências militares navais ramo Fuzileiros na Escola Naval, Almada.
- D'ANDREA, R., & HEHN, M. (2013). *An Iterative Learning Scheme for High Performance, Periodic Quadrocopter Trajectories*. 2013 European Control Conference, (pp. 1799-1804). Zürich.
- FITZGERALD, R. (1995). *Target detection experiment*. Canada: Oceans Limited.
- GODOY, A. (1995). *Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades*. São Paulo, Brasil.

- GUPTA, D. K. (2006). *Toward An Integrated Behavioral Framework for Analyzing Terrorism: Individual Motivations to Group Dynamics*. Department of Political Science, San Diego State University.
- HANKEY, M. (2009). *Underwater threat reduction in ports – is it necessary? Port Technology International edition 49*, pp. 73-74.
- HARDIN, L. E. (2002). *Problem Solving Concepts and Theories*. Toronto.
- HEDLUND, S., & RANTZER, A. (1999). *Optimal Control of Hybrid Systems*. Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.
- HENZINGER, T. A., HO, P.-H., & TOI, H. W. (1997). *HyTech: A Model Checker for Hybrid Systems*. University of California, Berkeley, USA.
- KERR, W., TRAN, A., & COHEN, P. (2011). *Activity Recognition with Finite State Machines*. University of Arizona, USA.
- KESSEL, R. (2012). *HPT2E Technologies and Platforms*. La Spezia, Italy: NURC.
- LEE, E. A., & VARAIYA, P. (2001). *Structure and Interpretation of Signals and Systems*. University of California, Berkeley, USA: Pearson Education.
- MARINHA PORTUGUESA. (2010). *SAFE-PORT, Harbour Protection Decision Support System, PROPOSAL*.
- MIASNIKOV, E. (2005). *Threat of Terrorism Using Unmanned Aerial Vehicles: Technical Aspects*. Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow.
- MORAIS, J. J. (2004). *Obtenção de expressões regulares pequenas a partir de autómatos finitos*. Departamento de Ciência de Computadores, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal.
- MURRAY, J., STOLZENBERG, F., & ARAI, T. (2005). *Hybrid State Machines with Timed Synchronization for Multi-Robot System Specification*. Universitat at Koblenz-Landau, Koblenz, Germany.

- NEVES, J. L. (1996). *Pesquisa Qualitativa - Características, Usos e Possibilidades*. Universidade São Paulo, São Paulo.
- OZDAMAR, Ö. (2008). *Theorizing Terrorist Behavior: Major Approaches and Their Characteristics*. In *Defense Against Terrorist Review* (pp. 89-101).
- PIRES, V., ARROZ, M., & CUSTÓDIO, L. (2004). *Logic Based Hybrid Decision System for a Multi-Robot Team*. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- SAKHAROV, A. (2000). *A Hybrid State Machine Notation for Component Specification*.
- SAKHUJA, V. (22 de Março de 2005). *Terrorist's Underwater Strategy*. Obtido de Institute of Peace and Conflict Studies:
<http://www.ipcs.org/article/terrorism/terrorists-underwater-strategy-1679.html>
- SANTAMARIA, E., ROYO, P., BARRADO, C., PASTOR, E., & PRATS, X. (2007). *Increasing UAV Capabilities Through Autopilot and Flight Plan Abstraction*. Department of Computer Architecture, Technical University of Catalonia.
- TIWARI, A. (2004). *Formal Semantics and Analysis Methods for Simulink Stateflow Models*. Stanford University, USA.
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, U.S. Coast Guard. (1993). *Evaluation of Night Vision Goggles for Maritime Search and Rescue*. Washington D.C.
- VICTOROFF, J. (2005). *The Mind of the Terrorist - A Review and Critique of Psychological Approaches*. *The Journal of Conflict Resolution*, 03-42.
- WILKINSON, P., & STEWART, A. (1987). *Contemporary Research on Terrorism*. Aberdeen, United Kingdom: University of Aberdeen Press.

Anexos

A – Tabela de recolha de dados

B – Entrevista ao Comandante do Destacamento de
Ações Especiais

C – Entrevista ao Comandante do Destacamento de
Mergulhadores Sapadores nº 3

Página em branco

ANEXO A

TABELA DE RECOLHA DE DADOS

DATA: _____

LOCAL: _____

NOME: _____

HORA DE INÍCIO: _____

TEMPO DE MARÉ: _____

Nº

MERGULHADOR: _____

CONDIÇÕES METOC	
ONDULAÇÃO	_____ m
CORRENTE (DIR. / VEL.)	_____ / _____ nós
AZIMUTE SOL / LUA	_____
VENTO (DIR. / FORÇA)	_____ / _____ nós
LUMINUSIDADE (NOITE)	_____ %

HORA DE EMERSÃO	DISTÂNCIA AO ALVO	DISTÂNCIA AMEAÇA	AÇÃO TOMADA	OBSERVAÇÕES

ANEXO B

Entrevista ao Comandante do Destacamento de Ações Especiais

CTEN FZ Pereira da Silva

1. Até que ponto as operações de mergulho permitem uma alteração substancial do planeamento durante a sua execução.

Resposta: Tudo varia com a preparação inicial antes da operação, principalmente de um reconhecimento exaustivo. Normalmente, quando mais detalhado for este reconhecimento, e a sua conjugação com variáveis conhecidas como o treino, maior é a margem de manobra durante a operação para se proceder a alterações.

2. Neste cenário especificamente, acha credível a obtenção de alvos de oportunidade como objectivo final?

Resposta: Absolutamente, neste cenário, um mergulhador que não tenha sucesso na fase da aproximação irá encarar todas as entidades em redor como possíveis alvos, incluindo os botes de patrulha.

3. Após existir uma detecção como procederia?

Resposta: Imersão imediata e afastar o mais rápido possível da ameaça, no entanto parece-me essencial que seja adicionada uma variável de desorientação que possa inibir este comportamento, uma vez que é um choque para o mergulhador de repente ver-se numa situação tão desvantajosa e perigosa podem mesmo “congelar” e não tomar nenhuma acção.

4. A que distância consegue um mergulhador emerso identificar características específicas no alvo? Como pessoas por exemplo?

Resposta: No máximo 200 metros.

5. Quanto tempo demora um mergulhador a obter uma imagem do que se passa à sua volta depois de emergir?

Resposta: Tudo depende do treino, mas para condições de boa visibilidade, entre 10 e 15 segundos sabendo que a sua orientação dentro de água nunca tem uma precisão superior a 4°.

6. É exequível nada por debaixo de um navio em trânsito?

Resposta: Nas condições deste cenário não. Só um número muito limitado de Forças de Operações Especiais do mundo inteiro faz essa manobra, e requer muito conhecimento de técnicas de mergulho.

7. Então considera que o tráfego marítimo pode ser um factor NO-GO para um ataque com mergulhadores?

Resposta: Aparentemente sim, no entanto, um possível terrorista iria estudar muito bem este factor antes de iniciar o movimento, como disse o reconhecimento é um factor preponderante para missões de mergulho.

(08/05/2013)

ANEXO C

Entrevista ao Comandante do Destacamento de Mergulhadores Sapadores nº 3

1TEN Robalo Rodrigues

1- Qual a velocidade média de um mergulhador em natação subaquática?

Resposta: Normalmente não varia muito dos 20 metros por minutos.

2- Qual o limite de corrente em que é exequível cumprir com um qualquer planeamento de mergulho?

Resposta: Em termos de corrente, normalmente considera-se 1 (um) nó como o máximo aceitável.

3- Qual o equipamento usado pelos mergulhadores para mergulho em circuito aberto?

Resposta: Garrafas de ar comprimento de 15L.

4- É exequível nada por debaixo de um navio em trânsito?

Resposta: Não. É um grande risco para a segurança do mergulhador.

5- Após existir uma detecção como procederia?

Resposta: É muito difícil para um mergulhador o facto de ser apanhado, pois quase que elimina qualquer possibilidade continuar a missão uma vez que a velocidade atingida pelo mergulhador é muito reduzida quando comparada com os meios de superfície

6- Qual o alcance máximo de um mergulhador?

Resposta: Depende da autonomia do equipamento, mas 1 (uma) milha é um bom indicador.

(01/08/2013)